

الْعُنْطَةُ لَوْم

القُوَى وَالْحَرَكَة

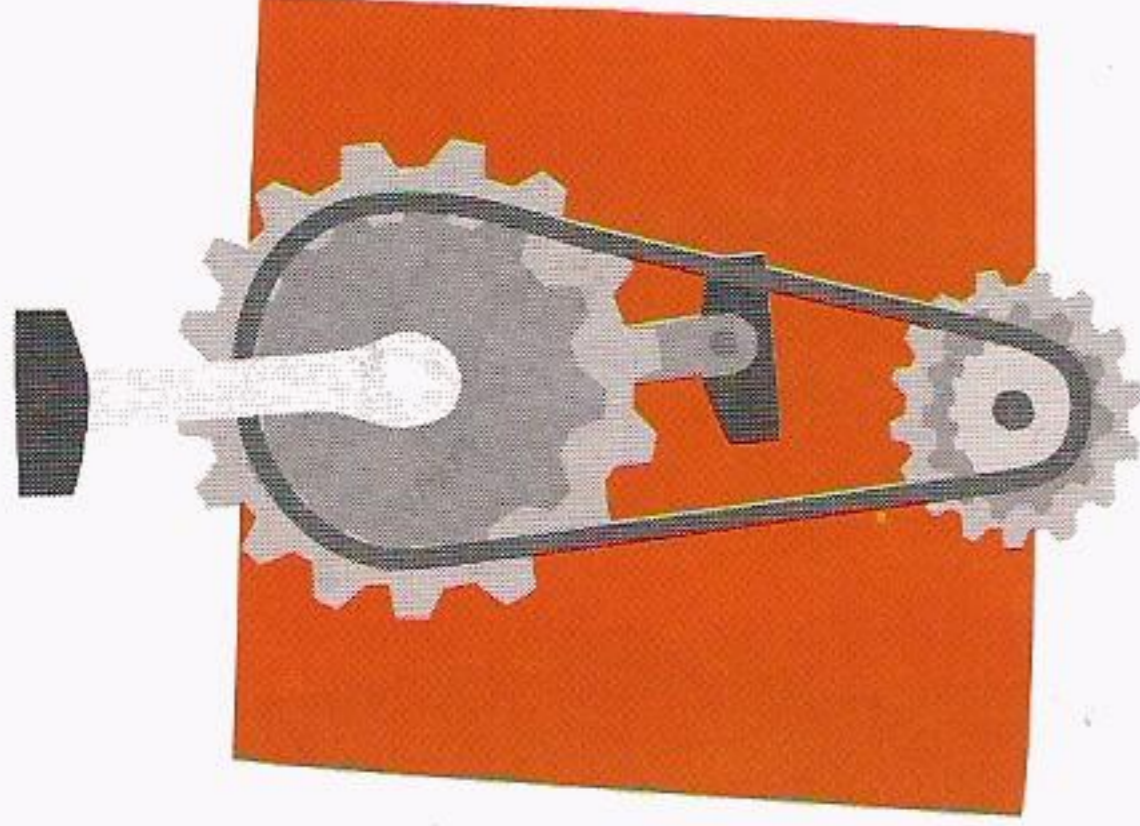


إِعْدَاد

دَائِرَةُ النُّشْرِ فِي مَكْتَبَةِ بِنَانِ نَاشِرُونَ

مَكْتَبَةُ بِنَانِ نَاشِرُونَ

المحتويات



حَرَكة دائريّة

◆ 34 ◆

بَدء الحَرَكة
وتوقّفها

◆ 36 ◆

تَعريفات

◆ 38 ◆

مَسَرَد

◆ 40 ◆

مُقاومة الماء والهواء

◆ 24 ◆

طَفوُّ في الهواء

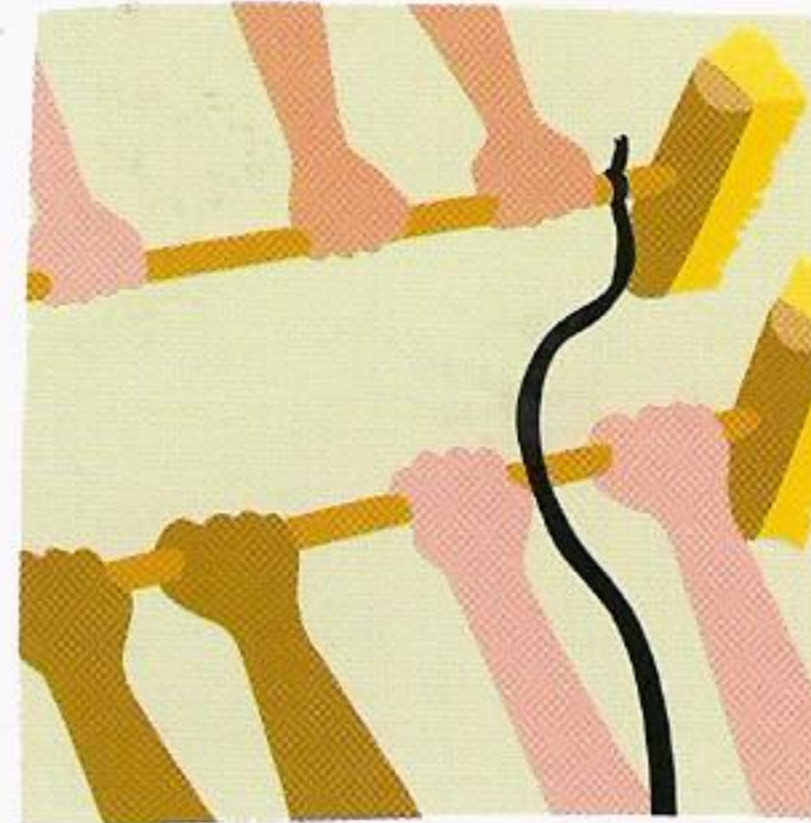
◆ 26 ◆

الطَّيران

◆ 28 ◆

مُكبَّرة القوى

◆ 30 ◆



المُسَنَّات

◆ 32 ◆

الضَّغط

◆ 14 ◆



الطَّفو والغوص

◆ 16 ◆

التَّسارُع

◆ 18 ◆

قياس السُّرعة

◆ 20 ◆

الإحتكاك

◆ 22 ◆

من هنا نبدأ

◆ 4 ◆

قياس القوى

◆ 6 ◆

كبس وجدل

◆ 8 ◆

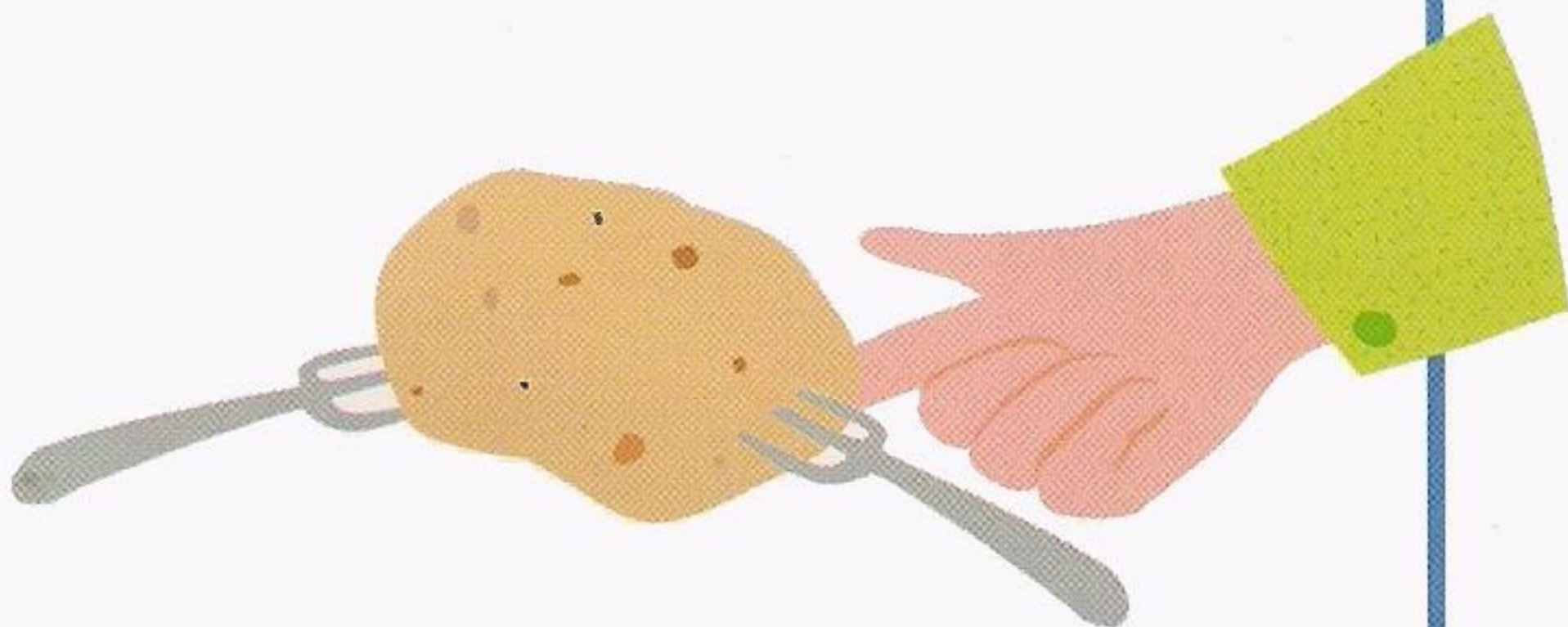


الجابية

◆ 10 ◆

التوازن

◆ 12 ◆



كينغ فيشر
مكتبة لبنان ناشرون
نشر مكتبة لبنان ناشرون
بالتعاون مع شركة كينغ فيشر للنشر

حقوق الطبع © كينغ فيشر - الطبعة الإنكليزية
حقوق الطبع © مكتبة لبنان ناشرون - الطبعة العربية

جميع الحقوق محفوظة: لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب أو تصويره
أو تخزينه أو تسجيله بأي وسيلة دون موافقة خطية من الناشر.

مكتبة لبنان ناشرون

صندوق البريد: 11-9232

بيروت - لبنان

وكلاء وموزعون في جميع أنحاء العالم

الطبعة الأولى: 2002

طبع في لبنان

ISBN 9953-1-0513-8



تواجه صعوبات؟

لا تياس إذا رأيت أن شيئاً لا يعمل
على نحو صحيح.



أعد النظر في التعليمات والرؤوم
فلعلك تكون قد أغفلت شيئاً.



تحتاج بعض الأنشطة إلى صبر - الغراء يلزمه وقت
ليستقر وقد تحتاج أحياناً إلى بعض التعديلات لتتيم
التجربة على النحو الصحيح.



لست مضطراً أن تقوم بالأنشطة بالترتيب الوارد في
الكتاب، مع أنه قد تجد أن اتباع ذلك الترتيب يسر
عملاً. ولست مضطراً أن تقوم بكل الأنشطة، لكن كلما
جربت المزيد منها تجد أنك ازددت فهماً للقوى
والحركة، وازددت استمتاعاً بها!

كلمات عويصة؟

إذا واجهت كلمة عويصة،
أي صعبة، لا تعرف
معناها، أو إذا كنت
تريد أن تزداد معرفة،
انظر إلى باب
التعريفات في
الصفحتين
38 و 39.



تنبيه

قبل أن تبدأ أي نشاط اقرأ خطوات العمل
كلها. ثم قم بها بالتسلسل. إن الحماسة والاندفاع

والسرعة قد تؤدي

إلى وقوع حوادث غير

مستحبة. قد يتسبب

المقص أو المطرقة بأذى

كبير. اسأل راشداً أن

يساعدك. تمتع بتجاربك،

لكن اجعلها آمنة!



كن شديد الحرص عند

استخدام الغراء. إحرص على

استخدام النوع المناسب.

اتبع التعليمات بدقة وتنبه

إلى تعليمات السلامة. إذا

كنت في شك من أمرك،

اسأل راشداً.



في خارج المنزل، ابتعد عن حركة السير، وتجمعات المياه،
وأعمدة الكهرباء وغيرها من مصادر الخطر. أبلغ راشداً
مسؤولاً عن الأماكن التي ستزورها والأنشطة التي ستقوم بها.

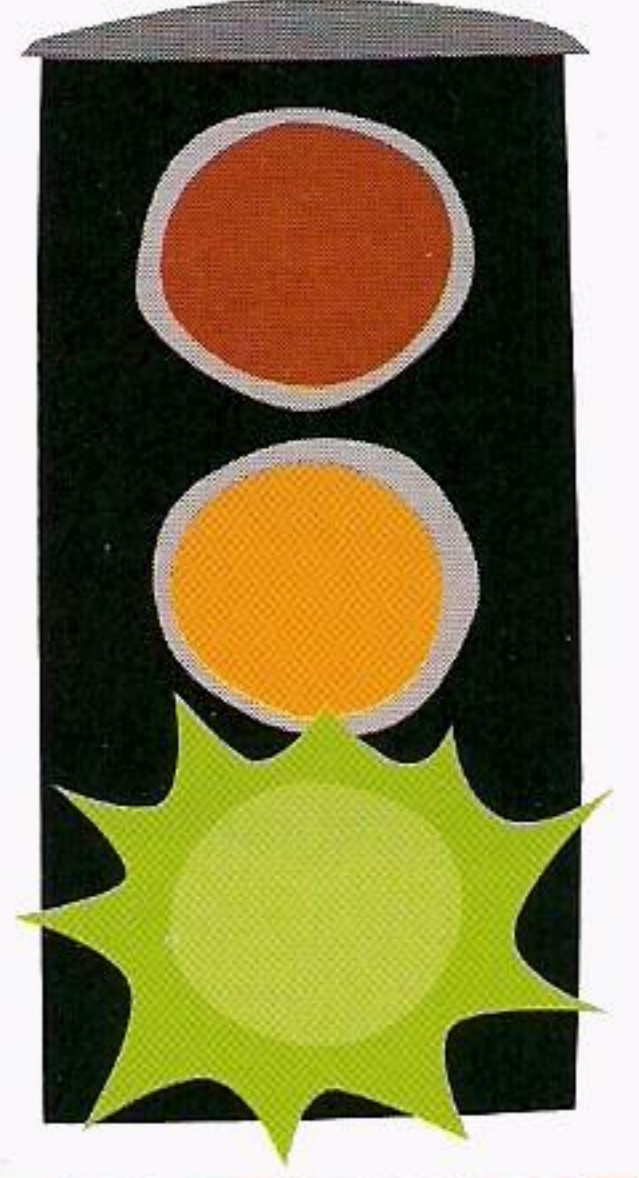
رمز الساعة

يشير رمز الساعة في بداية كل تجربة
إلى الوقت التقريبي الذي يستغرقه
النشاط. تستغرق التجارب كلها ما
بين 5 دقائق و 40 دقيقة. إذا كنت
تستخدم غراء، تستغرق التجربة وقتاً
أطول ليتاح للغراء أن يجف.



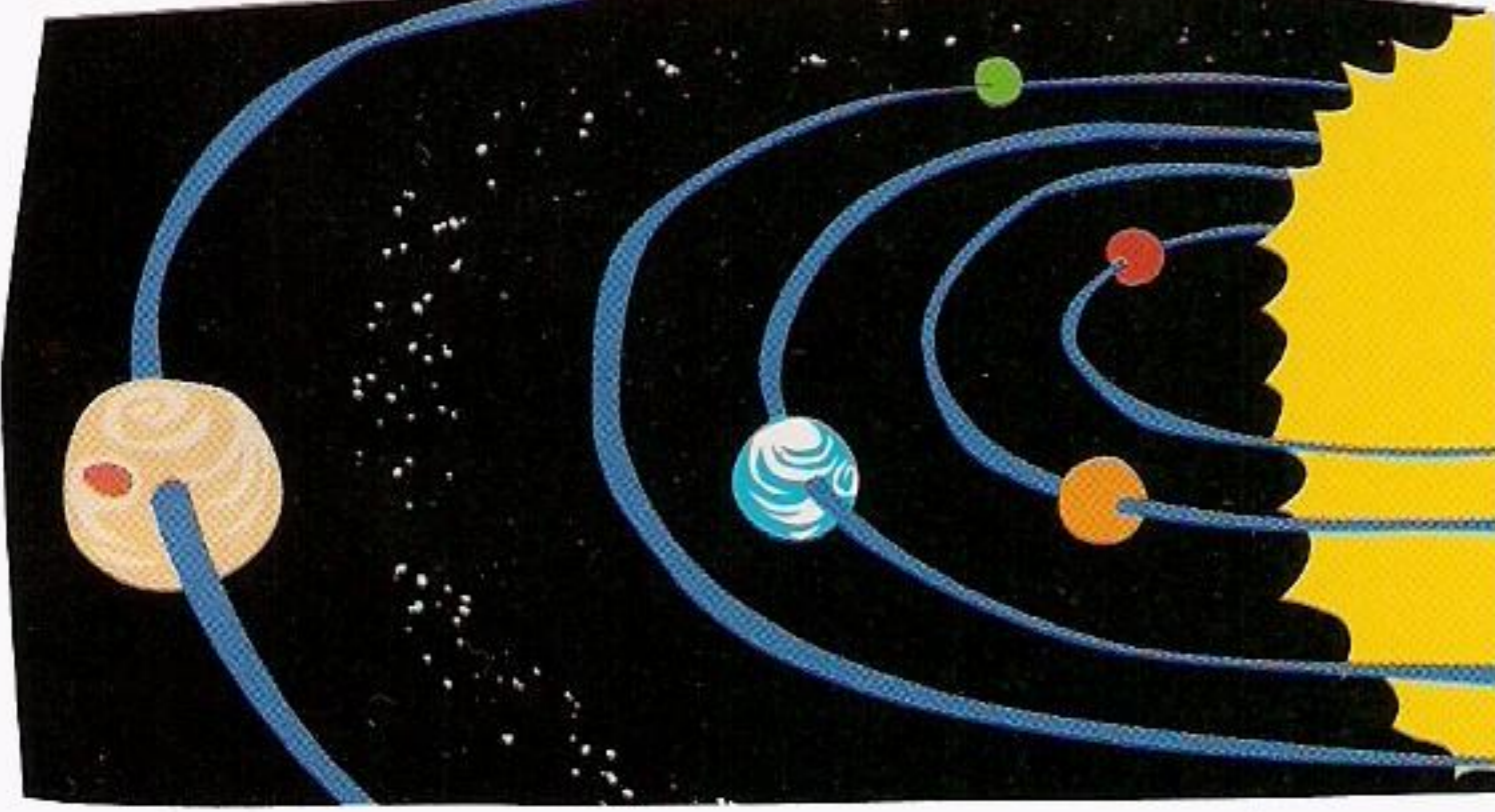
من هنا نبدأ

هل تساءلت يوماً كيف تتحرك الأشياء بالطريقة التي تتحرك بها؟ ما الذي يجعلها تبدأ الحركة؟ لم تسقط الأشياء عندما تقع منك؟ لم كانت السباحة أصعب بكثير من المشي؟ ستكتشف في هذا الكتاب أجوبة على هذه الأسئلة، وعلى أسئلة عديدة غيرها. هذا الكتاب حافل بالتجارب التي يمكنك القيام بها في المدرسة أو في البيت، وهي تجارب ستساعدك على فهم القوى والحركة.



استشعر القوة

في كل مرة تتركب دراجة، أو تدير فيها مقبض الباب، أو حتى تحرك ذراعك، أنت تستخدم القوى. القوى هي عمليات الدفع والجر التي تجعل كل شيء يتحرك.



الرياضيون والراقصون وسائقو سيارات السباق والبنائون كلهم يحتاجون إلى أن يفهموا كيف تعمل القوى. المكنات كلها، من أراجيح ملاعب الأطفال إلى سفن الفضاء تعتمد على القوى في حركتها. والقوى موجودة في كل مكان، من القوى الدقيقة التي تجعل الذرات متماسكة إلى القوى الهائلة التي تجعل الكواكب تدور حول الشمس!



اللوازم

معظم ما يلزمك للقيام بتجارب هذا الكتاب تجده في أرجاء المنزل. إذا لم يكن عندك الأشياء نفسها التي تراها في الصور، بإمكانك أن تستعمل أشياء مشابهة أو قريبة منها تؤدي الوظيفة نفسها. ولعلك تقدر على تحسين بعض الأفكار التي تجدها هنا. إن إيجاد الحلول البديلة هو جزء من المتعة التي ستشعرها عند قيامك بهذه التجارب! يلزمك في معظم التجارب أوعية فارغة. فابدأ بالاحتفاظ بقنان بلاستيكية فارغة، ولمبات وعلب كرتون. لا تعرف متى تحتاج إلى شيء من ذلك.

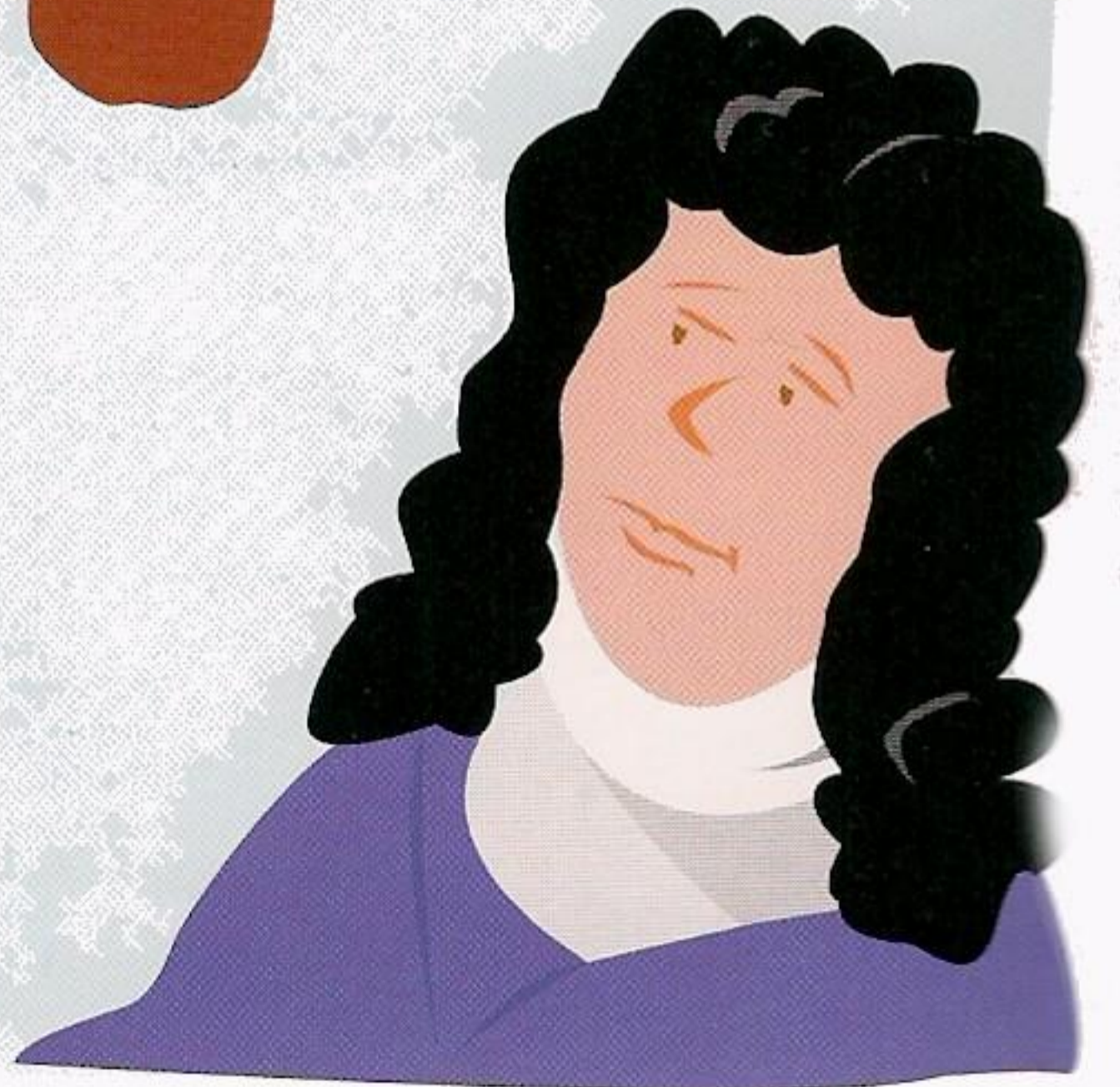


ستلقي تجاربك نسبة أعلى من النجاح إذا أنت حافظت على نظافة المكان وكنت مرتباً في خطوات عملك كلها.



تفاحة نيوتن

تتيم الاكتشافات العظيمة أحياناً بطريق الصدفة. عاش العالم الإنجليزي إسحق نيوتن قبل نحو 300 سنة. ويُقال إنه بينما كان جالساً ذات يوم في حديقة منزله رأى تفاحة تسقط عن الشجرة. فأدرك أنه لا بد أن يكون هناك قوة خفية تشد التفاحة نزولاً نحو الأرض. وقد تساءل عما إذا كانت هذه القوة، واسمها الجاذبية، تؤثر أيضاً في القمر والنجوم والكواكب. وقد غيرت آراؤه حول الجاذبية فهمنا للكون تغييراً تاماً.

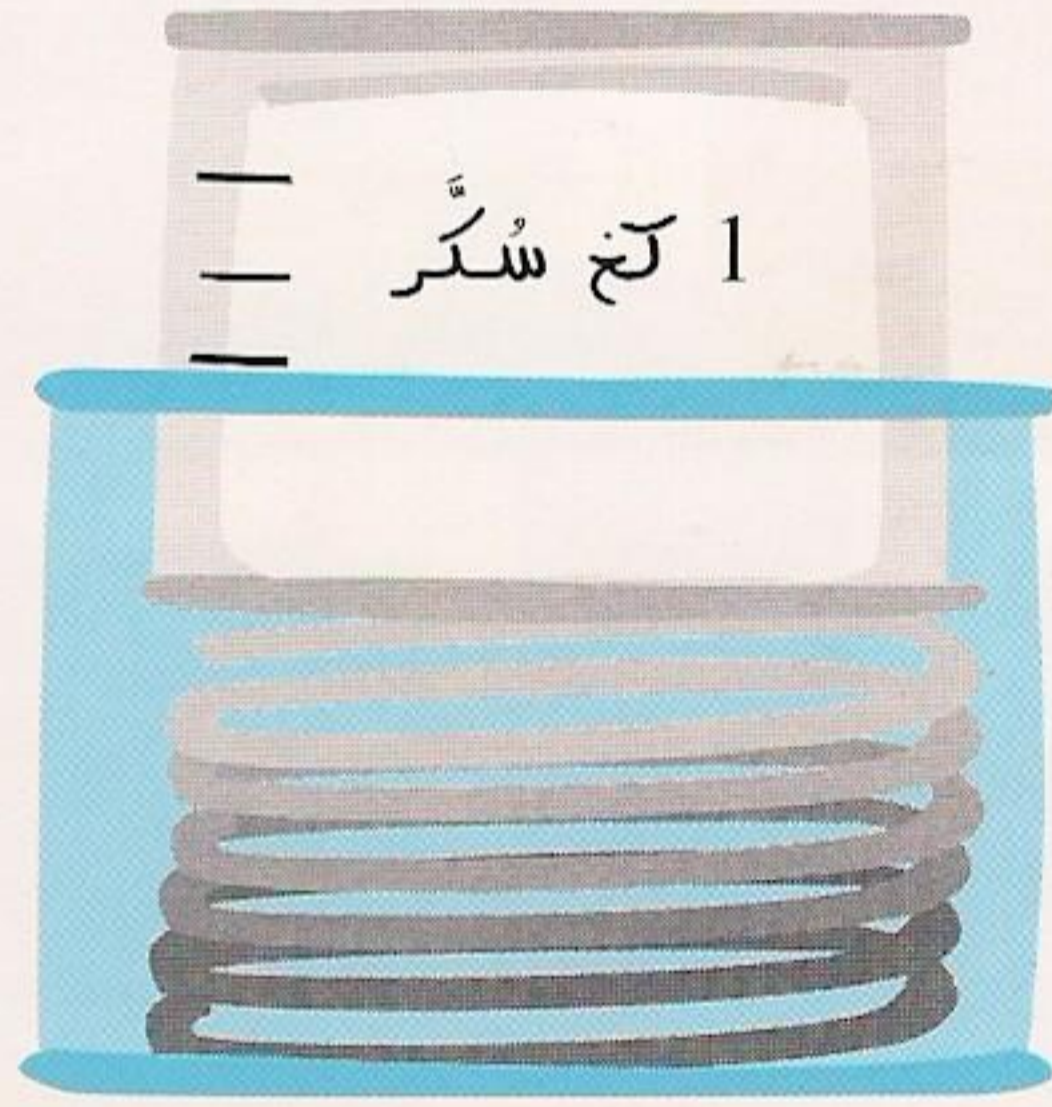


على مقياس مختلف

يسهل حساب وزنك بالنيوتونات. ما عليك إلا أن تضرب كتلة جسمك (بالكيلوغرام) بـ 10. على سطح القمر، يكون وزنك أخف بست مرات مما هو على الأرض. كتلة الجسم لا تتغير، لكن الوزن يتوقف على الموضع الذي نحن فيه.

إصنع ميزاناً

ضع النايلون الكبير في القالب الكبير، ثم ضع القالب الأصغر فوق النايلون. ضع كيس السكر في القالب الصغير. ضع على القالب الصغير عند مستوى حافة القالب الكبير علامة «10 ن». استخدم أجساماً أخرى ثقيلة لتضع علامات أخرى فيكون عندك ميزان. بإمكانك أن تستخدم ميزان المطبخ الذي صنعته - تذكر فقط أن 1 كغ يزن 10 ن.



ماذا حدث؟

في هذه التجربة، قوة الجاذبية تضغط النايلون، في حين أنها في التجربة السابقة مطت الرباط المطاطي. كلما زادت كتلة الجسم زادت قوة شد الجاذبية له إلى أسفل وزاد انضغاط النايلون.

اللوازم

- ♦ قالباً كعك فارغان، الواحد منهما أصغر من الآخر
- ♦ نايلون كبير من فرشاة قديمة أو من كرسي قديم
- ♦ كيس سكر وزنه 1 كغ
- ♦ قلم تعليم

ماذا يحدث
للنايلون عندما
تضع الأجسام
في القالب؟

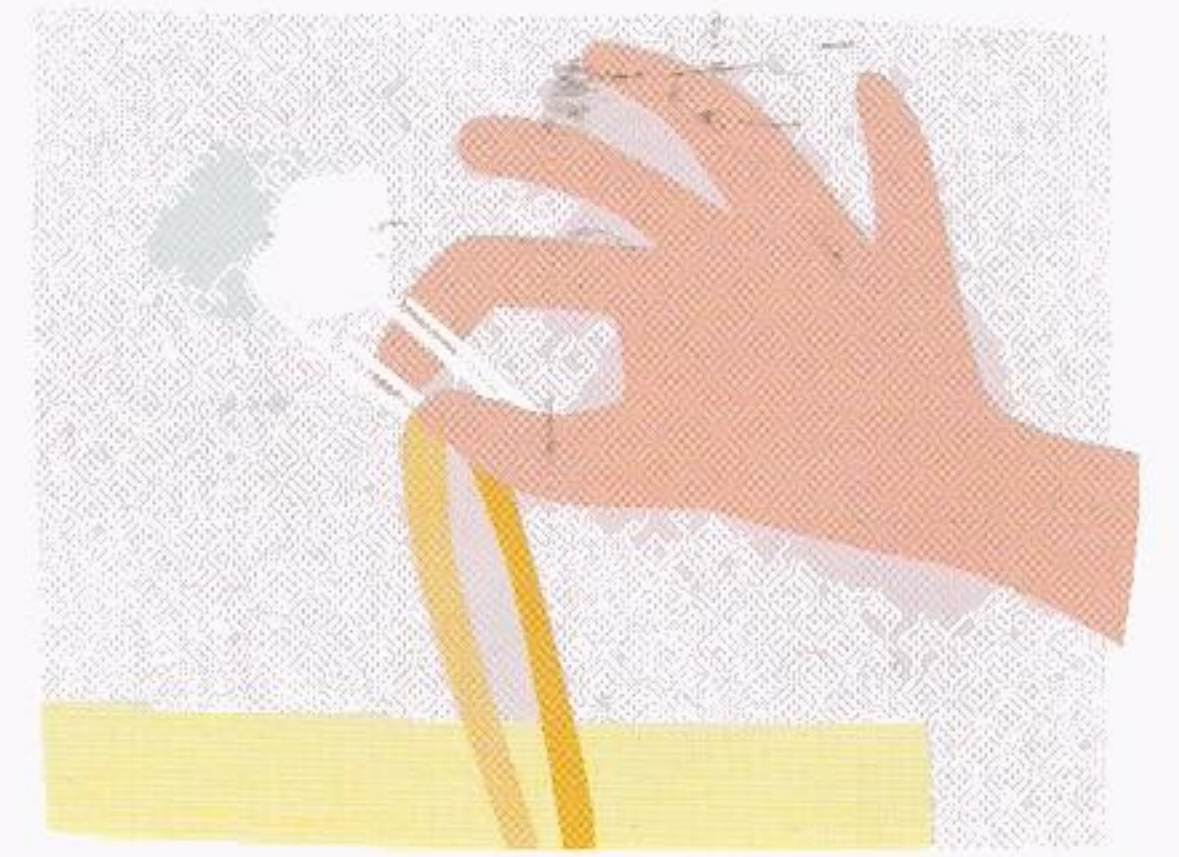


قياس القوى

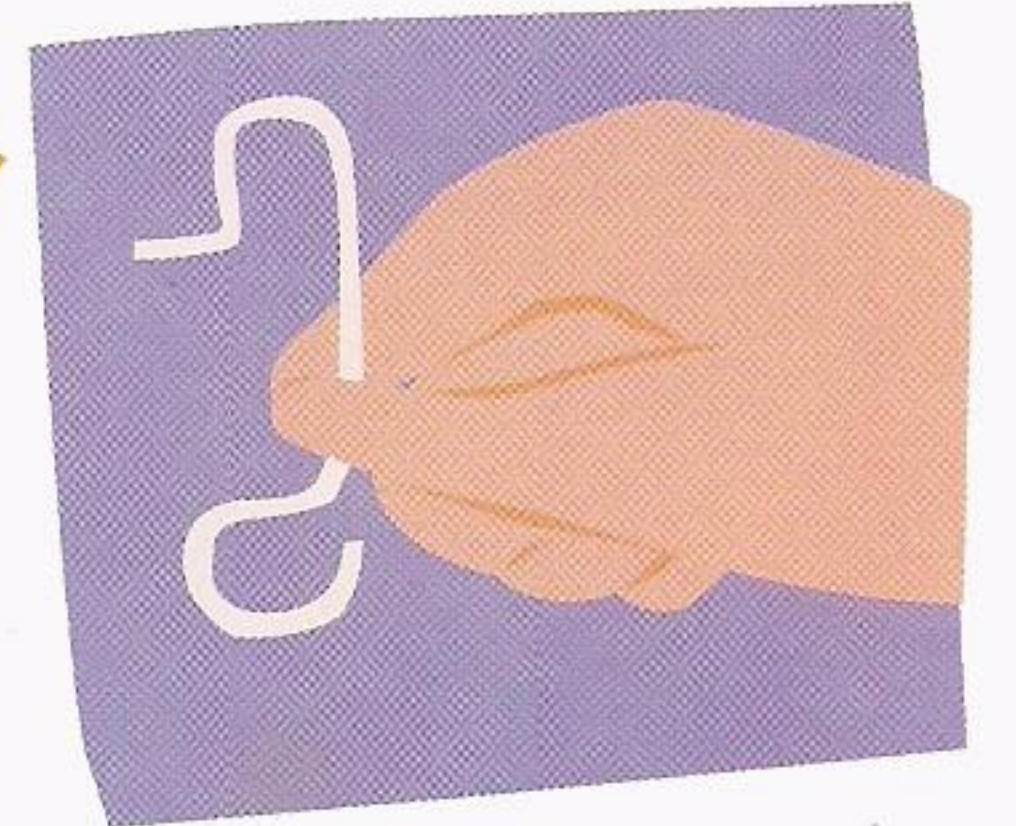
القوى من حولنا وحوالينا. إنها عمليات الدفع والجذب التي تؤثر في شكل الأشياء وفي طريقة حركتها. شدة القوة تُقاس بوحدة النيوتن (ن) على اسم العالم الإنجليزي والرياضي إسحق نيوتن. على الأرض، لكل شيء وزن. وهو قوة الجاذبية الأرضية التي تشد الأشياء نزولاً. في الحياة اليومية، نُشير إلى الوزن بالكيلوغرام. لكن لأن الوزن قوة، يجب أن يُقاس فعلياً بالنيوتن. على الأرض، يكون لكتلة 100 غ وزن 1 ن، ولكتلة 1 كغ وزن 10 ن.

إصنع عداد قوة

يسهل صنع عداد قوة يمكنك استخدامه لقياس قوة الجاذبية.

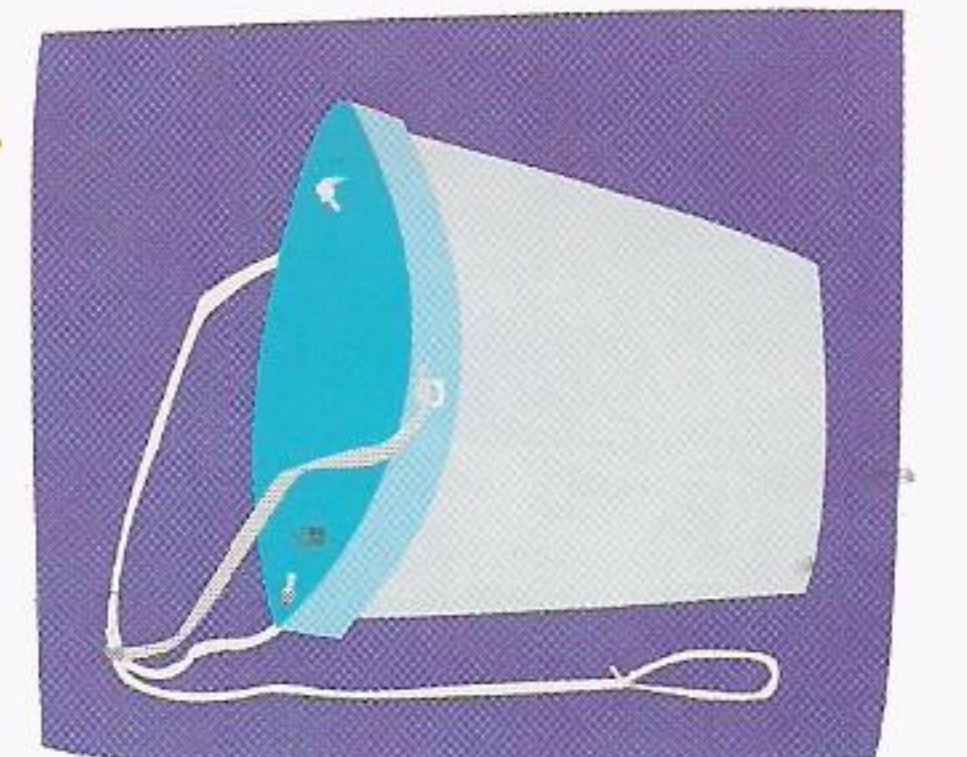


1 فُتِّشْ عن خُطافٍ تعلِّقِ مُثَبَّتٍ على الحائط، ثمَّ عُلِّقْ على الجدارِ تحته ورَقَةً. عُلِّقِ الرِّبَاطَ المَطَّاطِيَّ بِمِشْبَكِ الورقِ وَعُلِّقْ مِشْبَكِ الورقِ بِخُطَّافِ التَّعْلِيقِ.



2 اِفْتَحْ مِشْبَكِ الورقِ الثاني واعْمَلْ من أحدِ طَرَفَيْهِ خُطَّافًا وَمِنَ الطَّرَفِ الآخِرِ مُؤَشِّرًا. قد تَحْتَاجُ إلى بعضِ العَوْنِ وإلى زَرَدِيَّةٍ.

3 اِعْمَلْ ثَقُوبًا في مدارِ حافَةِ عُلْبَةِ اللَّبَنِ الزَّبَادِيِّ. واسْتَخْدِمِ خَيْطَ الدُّوبَارَةِ لِعَمَلِ مِسْكَةٍ. عُلِّقِ العُلْبَةَ مِنَ الرِّبَاطِ المَطَّاطِيِّ من جِهَةِ الطَّرَفِ المَعْقُوفِ مِنَ المِشْبَكِ.



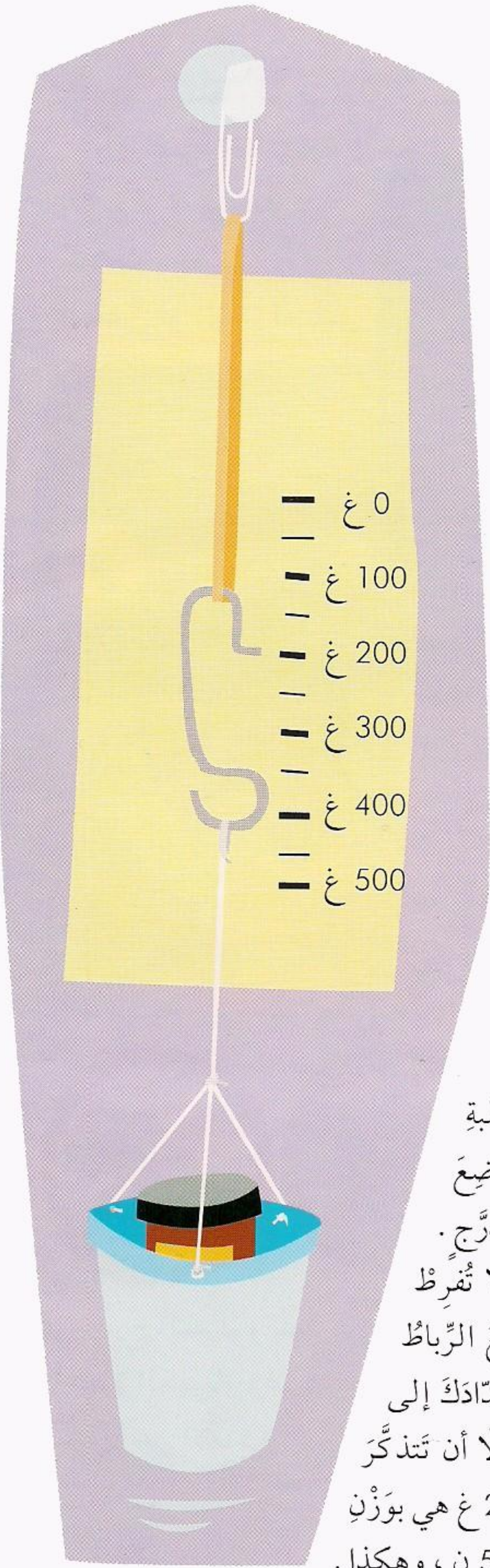
20 اللوازم

- ♦ عُلْبَةٌ لَبَنِ زَبَادِيٍّ كَبِيرَةٌ
- ♦ خَيْطٌ دُوبَارَةٌ
- ♦ مِشْبَكٌ وَرَقٌ كَبِيرَانِ
- ♦ رِبَاطٌ مَطَّاطِيٌّ طَوِيلٌ وَمَتِينٌ
- ♦ وَرَقَةٌ وَقَلَمٌ وَمِسْطَرَّةٌ
- ♦ بِضْعَةٌ أَطْعَمَةٌ مُعَلَّبَةٌ حَدِيثًا مُثَبَّتٌ عَلَيْهَا كُنْتَلَتُهَا بِالغَرَامِ.
- ♦ سَيْخٌ

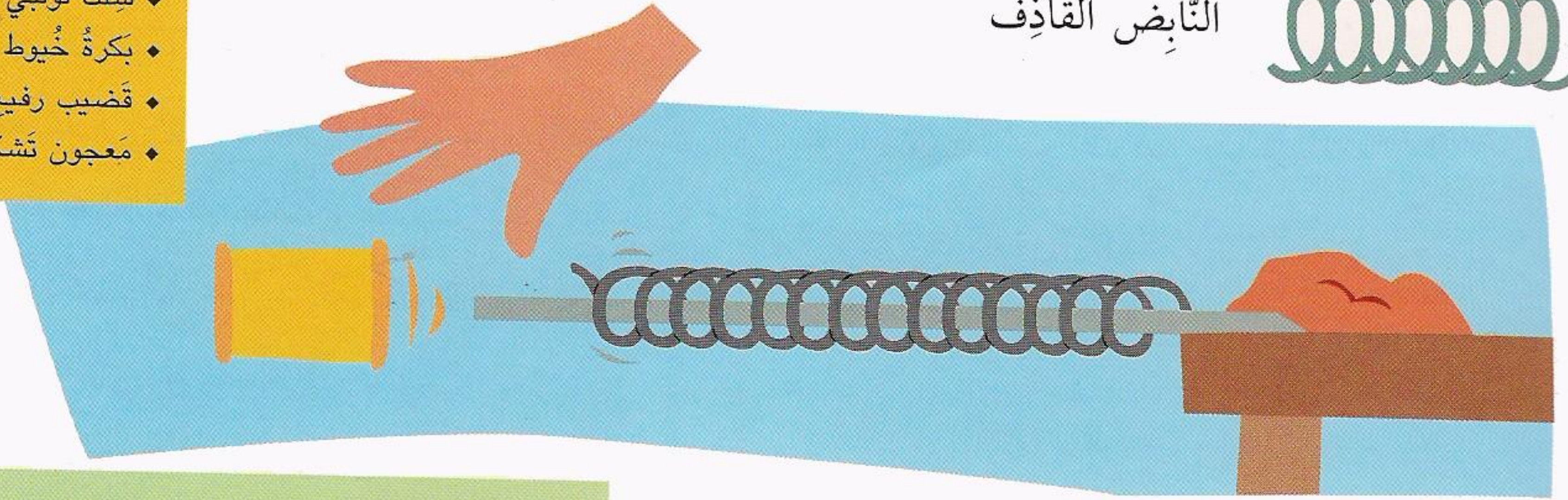
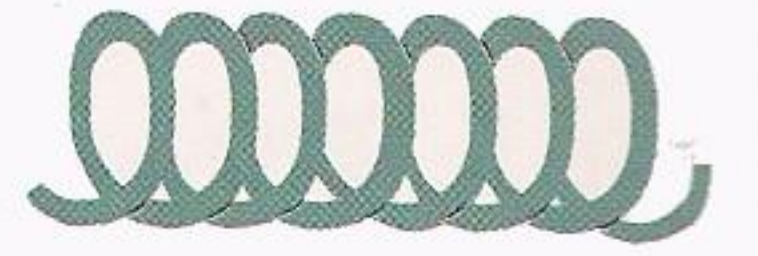
4 ضَعْ مُعَلَّبَاتِ الغِذَاءِ فِي العُلْبَةِ الواحدة بعد الأخرى، وَعَلِّمْ مَوْضِعَ المؤشِّرِ لِلحُصُولِ على مِقْيَاسِ مُدْرَجٍ. حَلِّ عَيْنَيْكَ على مُسْتَوَى المؤشِّرِ. لا تُفَرِّطْ في زيادةِ حِمْلِ العُلْبَةِ، وإلا سَيَنْقَطِعُ الرِّبَاطُ المَطَّاطِيُّ. إذا شِئْتَ أَنْ تُحوِّلَ عِدَادَكَ إلى نيوتناتٍ بَدَلِ الغَرَامَاتِ، ما عليك إِلَّا أَنْ تَتَذَكَّرَ أَنَّ 100 غ هي بوزن 1 ن، لذا فإنَّ 250 غ هي بوزن 2,5 ن، وإنَّ 500 غ هي بوزن 5 ن، وهكذا.

ماذا حَدَثَ؟

للأشياء وزن لأن الجاذبية الأرضية تشدّها. كلما عَظُمَ شَدُّ الجاذبية زاد الوزن. الوزن هو في الحقيقة قوة شدّ الجاذبية لشيء. والعداد الذي صنَعْتَهُ يَعْمَلُ على أساسِ أَنَّهُ كلما ازدادَ وَزْنُ الشَّيْءِ ازدادَ مَطُّ الرِّبَاطِ المَطَّاطِيِّ.



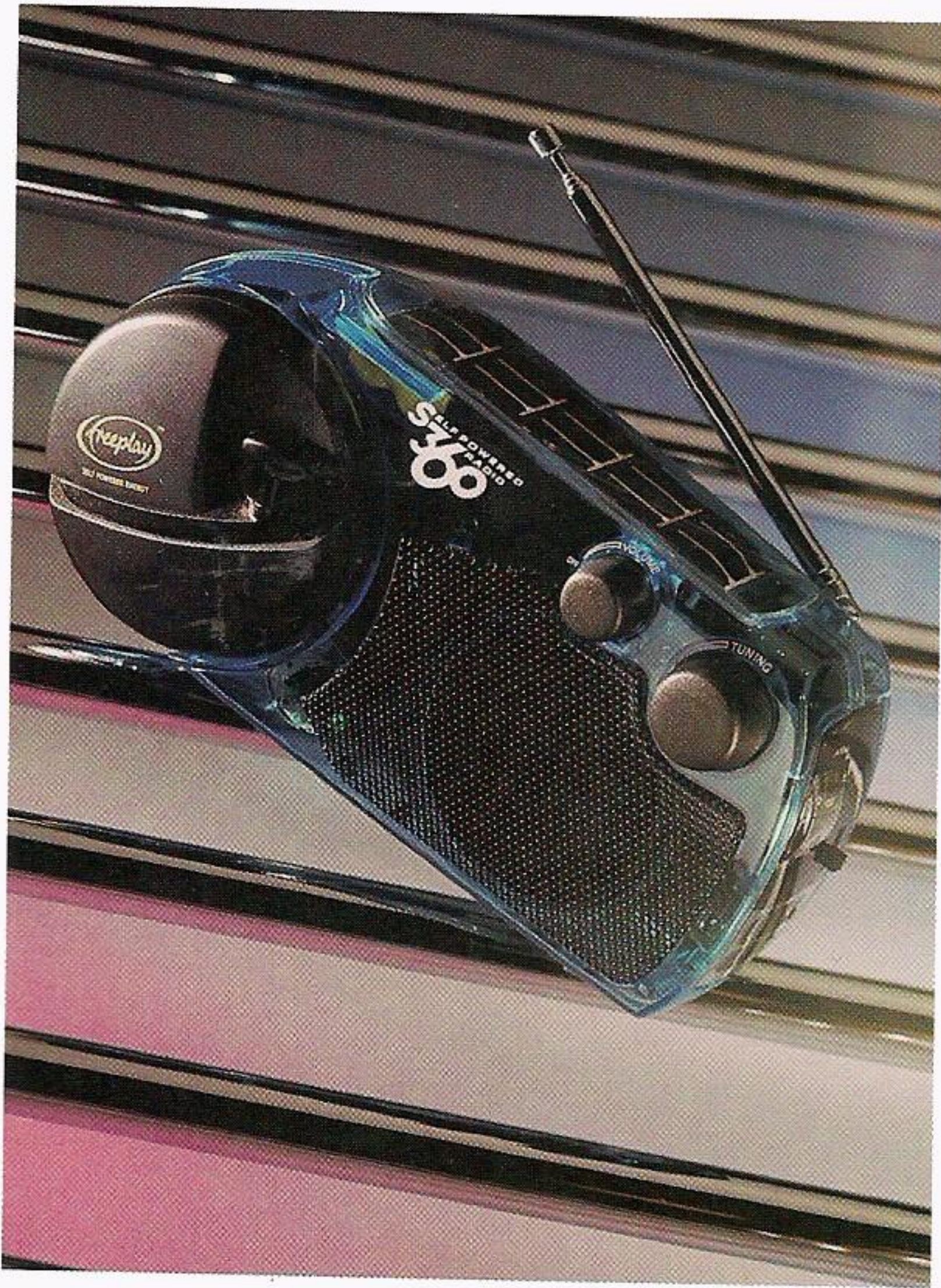
- ◆ سلك لولبي من دفتر قديم
- ◆ بكرة خيوط
- ◆ قضيب رفيع مستقيم
- ◆ معجون تشكيل



ماذا حدث؟

النابض المصغوط يدفع البكرة، فتطير خارجة من العود. وكلما زادت كتلة البكرة نحتاج إلى قوة أكبر لنجعلها تطير المسافة نفسها.

ثبت العود إلى طرف طاولة بكتلة من معجون التشكيل. أدخل السلك اللولبي ثم البكرة في العود. اضغط على البكرة نزولاً ثم أفلتها. ما المسافة التي تصلها البكرة في طيرانها؟ ماذا يحدث لو زدت في كتلة البكرة بإضافة معجون تشكيل إليها؟



راديو زنبوكي

هذا الراديو لا يلزمه بطارية أبداً! إن له، بدد ذلك، مرفقا يدار باليد مما يخزن الطاقة في نابض كبير. وإذ ينحل النابض ببطء، فإنه يدير مولداً صغيراً يشغل الراديو في كل مرة لنحو 20 دقيقة. وهو مثالي للمناطق النائية.

العلبة المتدحرجة

إعمل ثقبين في غطاء العلبة وثقبين في قاعها. قص الرباط المطاطي ثم أسلكه عبر الثقوب واربطه كما ترى في الصورة. علق وزناً في موضع تقاطع الرباط المطاطي وأطبق الغطاء. الآن دحرج العلبة إلى الأمام على مهل ثم أفلتها.

- ◆ علبة أسطوانية كبيرة ذات غطاء
- ◆ رباط مطاطي طويل
- ◆ عرقة ثقيلة أو وزن مشابه
- ◆ مطرقة ومسمار (إسأل راشداً)



ماذا يحدث عندما تفلت العلبة؟

ماذا حدث؟

تعود العلبة إليك لأن الوزن يظل معلقاً تحت الرباط المطاطي، مما يتسبب بجذب الرباط إذ تدحرج العلبة. وتندحرج العلبة عندما تفلتها بفعل الطاقة الكامنة المخزنة في الرباط المطاطي المجدول.

كَبْسٌ وَجَدْلٌ

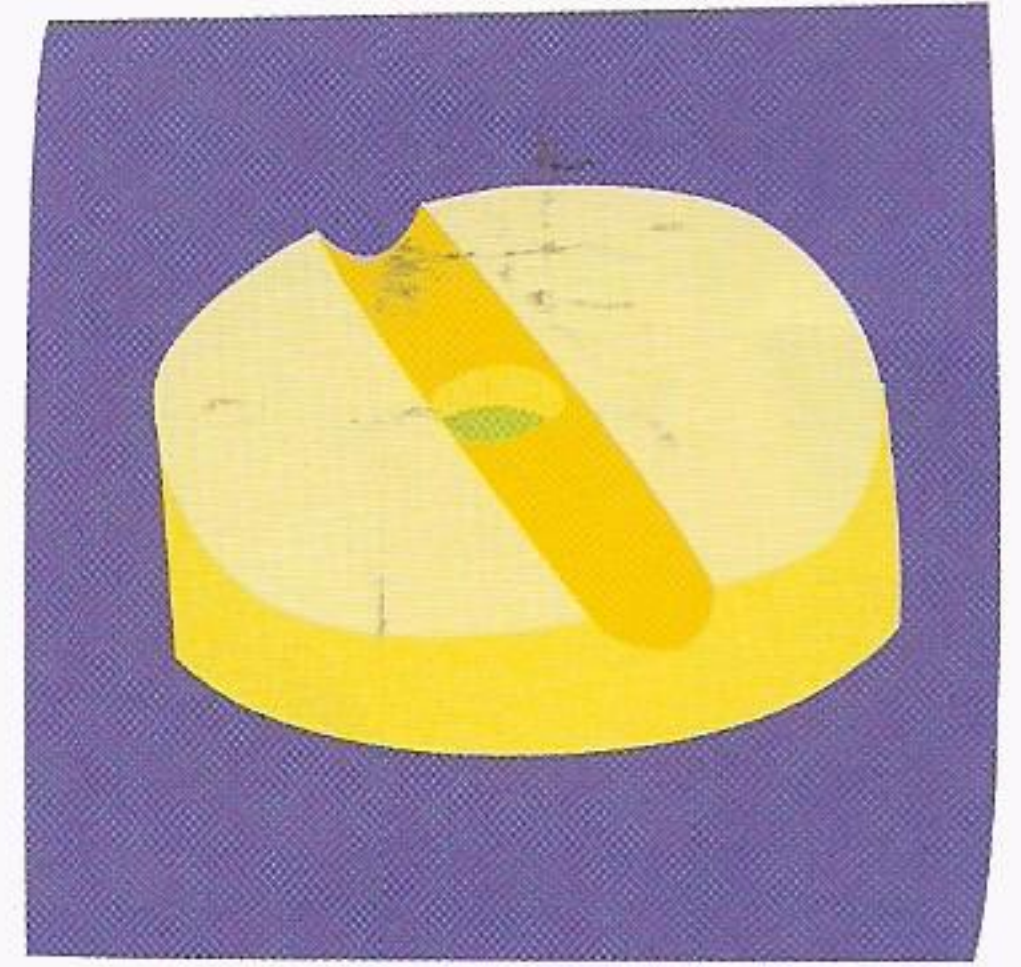
بإمكان القوى أن تُغيّر شكل الأشياء. عندما ينثني شيءٌ أو يُجدلُ أو ينضغظُ أو يتمدّدُ فهذا يعني أنّ هناك قوّةٌ تؤثرُ فيه. المَوادُّ المَرِنَةُ أو المَطاظَةُ تسعى إلى أن تَرتدَّ إلى شكلِها الأصليِّ عند زوالِ القوّةِ المؤثِّرةِ. هذا يعني أنّها تَختزنُ طاقةً ثم تُطلِّقُها لتَجعلَ الأشياءَ تتحرَّكُ. من أمثلة ذلك، اللُّعْبُ والسَّاعَاتُ التي تَعملُ بواسطةَ لَفِّ الزُّنْبُرِكِ.

لُعبَةُ الزُّنْبُرِكِ

هذه اللُّعبةُ المُحبَّبةُ تُري كيف أنّ الطَّاقةَ المُختزَنةَ في الرِّباطِ المَطاظِيِّ المَجدولِ يُمكنُ أن تُسبِّبَ حَرَكَةً. إسألْ راشدًا أن يَقصَّ لك رأسَ عودِي كِبْرِيَتِ أمانِ.



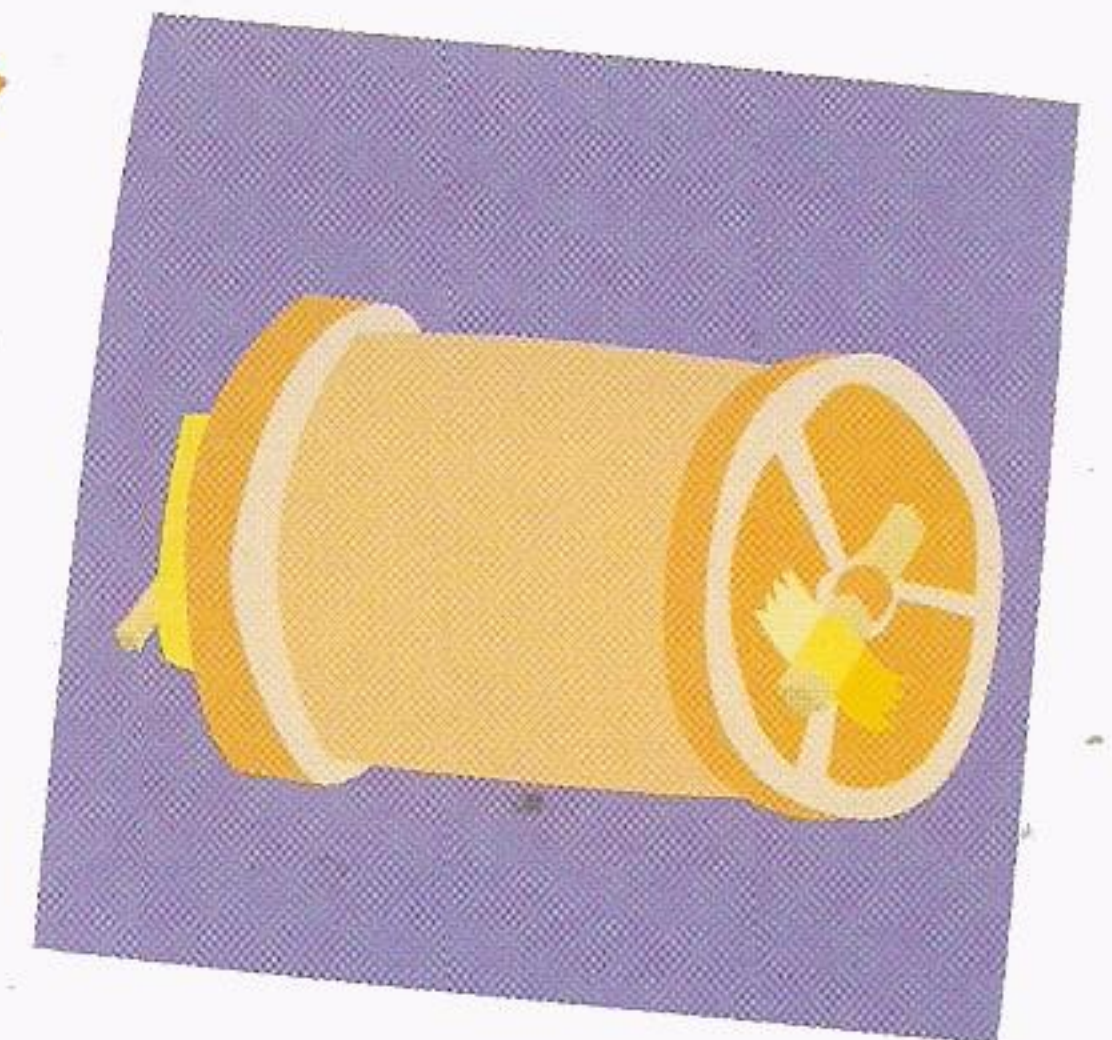
4 لُفَّ رِباطَ لُعبَتِكَ بأن تَمسِكَ البَكرةَ وتُديرَ عودَ الكِبْرِيَتِ الطَّويلَ. ضَعِ البَكرةَ على سطحٍ مُنَبِّطٍ وراقِبْها تَرحُفًا!



2 أحشِرِ الرِّباطَ المَطاظِيَّ في الثَّقَبِ. إسألْ راشدًا أن يُعطِيكَ عودَ كِبْرِيَتِ مَنزوعِ الرَّأسِ، ثمَّ ضَعِ العودَ عبرَ حَلْقَةِ الرِّباطِ وشُدَّ الطَّرَفَ الآخَرَ للرِّباطِ بحيثِ يَستقرُّ العودُ في الحَزِّ. أسلِكِ الطَّرَفَ الطَّويلَ للرِّباطِ المَطاظِيَّ عبرَ فَتحةِ البَكرةِ.

1 قُصِّ قُرْصًا رَقيقًا من قاعِةِ الشَّمْعَةِ. اجعَلِ الثَّقَبَ، حيثِ كانتِ الفَتِيلَةُ، من الكِبْرِ بِحيثِ يَدخُلُ فيه الرِّباطُ المَطاظِيُّ. اعمَلْ حَزًّا قُطْرِيًّا في أَحَدِ جانِبَي القُرْصِ.

3 أدخِلْ نِصْفَ عودِ الكِبْرِيَتِ الآخِرِ في حَلْقَةِ الرِّباطِ التي سَحَبْتها من الجِهةِ الأُخْرَى للبَكرةِ. ثَبَّتِ الرِّباطَ في ثَقَبِ البَكرةِ إمَّا بِشَريطِ لاصِقٍ أو بِحشْرِ النِّصْفِ الآخِرِ للعودِ في إحدى فَتحتَي البَكرةِ.



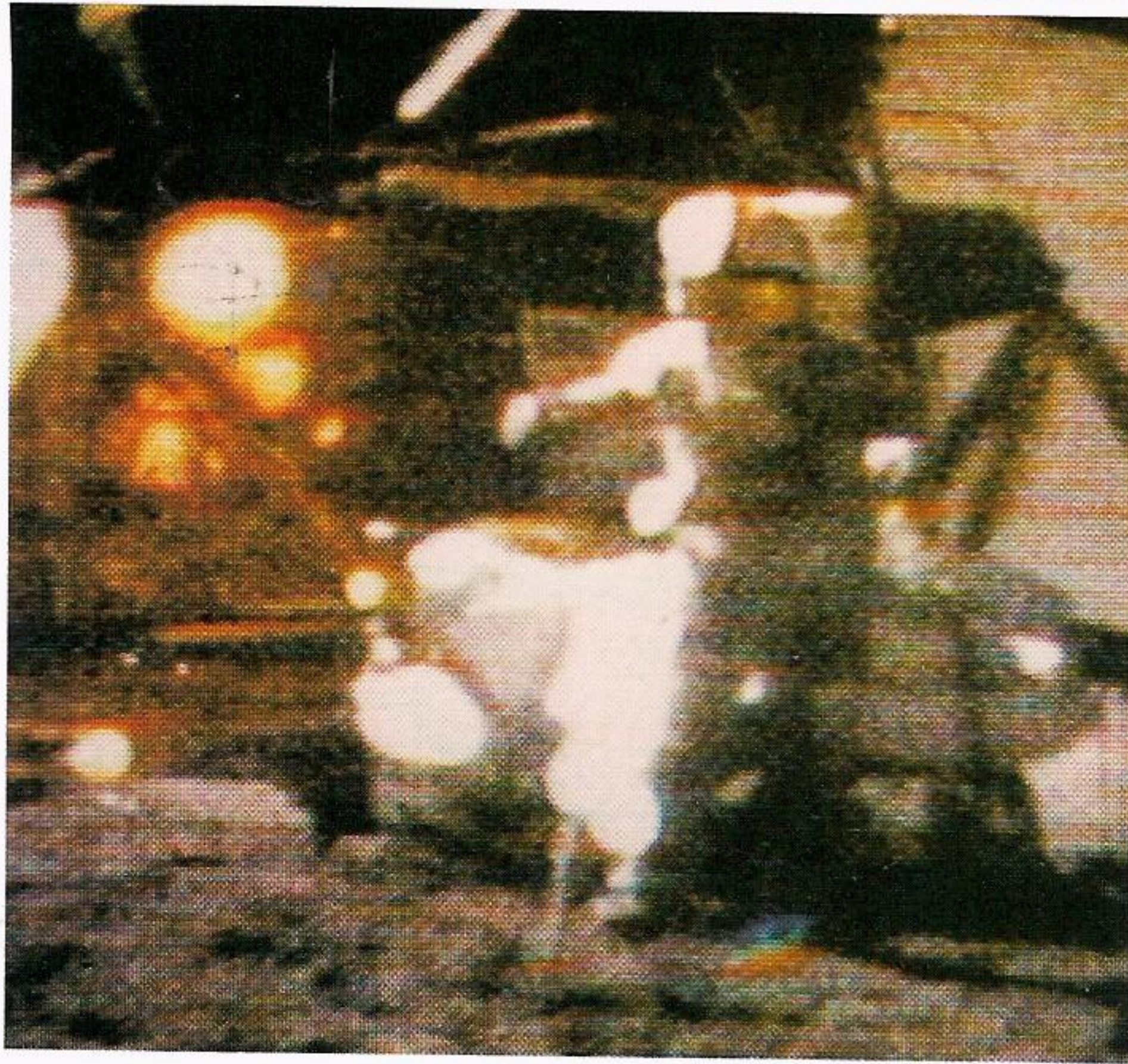
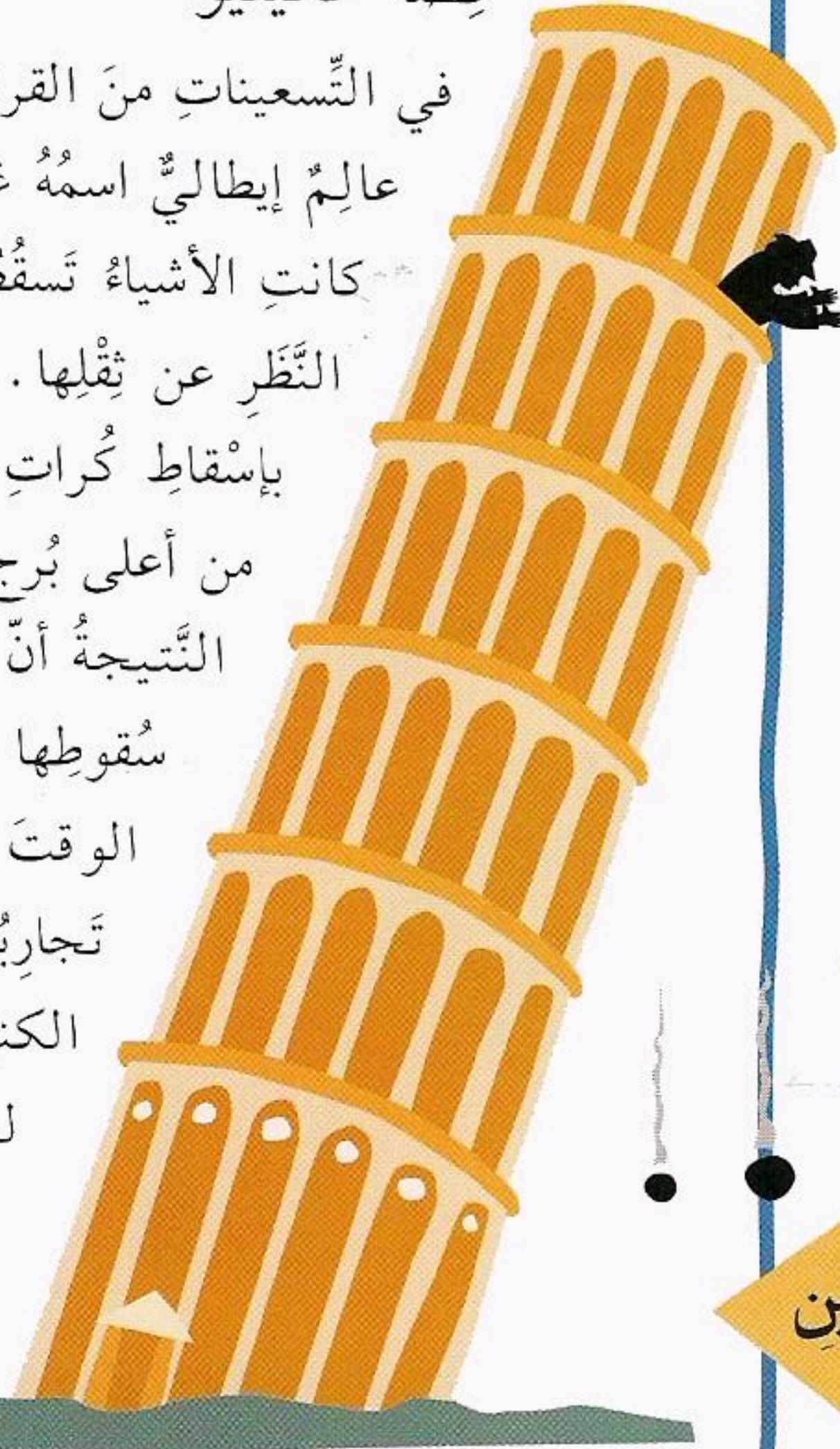
ماذا حَدَثَ؟

إذ تَبَرَّمُ الرِّباطَ المَطاظِيَّ، تَستخدِمُ قوّةَ بَرَمٍ لتَجدِلَ الرِّباطَ المَطاظِيَّ، فأنت تَختزنُ طاقةً. يُسمِّي العُلَماءُ هذه الطَّاقةَ طاقةً كامِنَةً. عندما تُفَلِّتُ الرِّباطَ، يَنحَلُّ جَدْلُهُ، ممَّا يَتسبَّبُ بِدورانِ عودِ الكِبْرِيَتِ، وبدورانِهِ يَدفَعُ البَكرةَ إلى الأمامِ. نقولُ إنّ الطَّاقةَ الكامِنَةَ في الرِّباطِ المَطاظِيَّ المَجدولِ قد عادتْ فَتحوَّلَت إلى طاقةٍ حَرَكيّةٍ.

نظرة إلى الماضي

قصة غاليليو

في التسعينات من القرن السادس عشر، تساءل عالم إيطالي اسمه غاليليو غاليلي ما إذا كانت الأشياء تسقط بالسرعة نفسها بغض النظر عن ثقلها. اختبر هذه الفكرة بإسقاط كرات مدفع من أوزان مختلفة من أعلى برج بيزا المائل. وكانت النتيجة أن الكرات استغرقت في سقوطها والوصول إلى الأرض الوقت نفسه. وقد أوقعته تجاربه في المشاكل مع بابا الكنيسة الكاثوليكية، الذي لم يعجبه اتجاهه العلمي في الوصول إلى أجوبة عن العالم!



ضوء القمر

هذه الصورة التي التقطت في العام 1971 بواسطة البث التلفزيوني تُري رائد الفضاء ديفد سكوت على سطح القمر. لقد أنتهز سكوت الفرصة لاختبار نظرية غاليليو، مُستخدماً هذه المرة ريشة ومطرقة. ليس على سطح القمر هواء للتخفيف من هبوط الريشة. وبالفعل أصابت الريشة والمطرقة سطح القمر في الوقت نفسه.

هل تسقط الأجسام الثقيلة بأسرع من سقوط الأجسام الخفيفة؟

10

اللوازم

- أزواج من أشياء لها الحجم نفسه والشكل نفسه، مثلاً -
- كلة (بلية) وكريّة مَحْمَل
- زَهْر نَرْد ومكعب سكر
- كرة غولف وكرة بونغ
- غطاء قوالب كعك أو صينيّتا فُرْن

جدّ موضعاً آمناً تقف فيه، تُسقط منه الأزواج التي اخترتها (الكرسيّ موقع مناسب). ضع الصينيّتين على الأرض، واحدة في كل جانب منك. أسقط كلا الشئيين من الارتفاع نفسه وفي الوقت نفسه تماماً. أنصت إلى صوت ارتطامهما بالصينيّتين. أيهما يصل أولاً؟ جرّب تكرار التجربة لترى إن كنت تحصل في كل مرة على نتيجة نفسها.

هل يُصيب
الجسمان الصينيّتين
في الوقت
نفسه؟



ماذا حدث؟

سيصل كل شئيين من الزوج الواحد في الوقت نفسه. الجاذبية تجعلهما يسقطان صوب الأرض بمعدل السرعة نفسه، وإن كان وزنهما مختلفاً.

الجاذبيّة

كلُّ شيءٍ ينجذبُ بفعلِ قوّةِ الجاذبيّةِ إلى كلِّ شيءٍ آخَرَ. التّجاذبُ بين الأشياءِ اليوميّةِ المألوفةِ أضعفُ من أن يُلاحظَ. نشعُرُ بالجاذبيّةِ تشدُّ الأشياءِ نُزولاً صوبِ الأرضِ بقوّةِ بالغَةِ لأنّ للكُرةِ الأرضيّةِ كتلةً هائلةً. فكلّما عَظُمَت كُتلةُ الشّيءِ، كانت قوّةُ جَذْبِهِ أعظَمَ. للقمرِ كتلةٌ أصغرُ من كتلةِ الأرضِ، لذا تكونُ الجاذبيّةُ أضعفَ فوقِ سطحِ القمرِ. لا يَعْلَمُ أحدٌ على وَجْهِ اليَقِينِ ما الذي يَتسبّبُ بالجاذبيّةِ، لكن من غيرِها نَطِيرُ جميعاً في الفِضاءِ!

أكواز ضدّ الجاذبيّة

تتوقّعُ في الأحوالِ العاديّةِ أن ترى الأشياءِ تتدحرجُ نُزولاً في المنحدراتِ. هل هذا صحيحٌ دائماً؟



1 فَصِّلِ قِطْعَتَيْنِ مِنْ لَوْحِ الكرتونِ على الشّكْلِ الذي تراهُ هنا. ألصِّقِ الجانبَيْنِ الأقصرَ معاً. رَكِّزِ القِطْعَتَيْنِ كما ترى.



2 أُبرِّمِ نِصْفِي الدَّائِرَةِ وَأَلصِّقْهُمَا لَتَعْمَلَ كوزينِ (مِخْرُوطَيْنِ) مُتطابِقَيْنِ. ألصِّقِ الطَّرْفَيْنِ المَفْتُوحَيْنِ معاً، كما ترى في الصّورةِ.

3 ضَعِ الكوزينِ في أسفلِ التَّلِّ وراقِبْهُمَا. يبدوانِ وكأنَّهُما يَتحدّيانِ الجاذبيّةَ بالتدحرجِ طُلوغاً.

ماذا حَدَثَ؟

الكوزانِ في الحقيقةِ لا يَتحدّيانِ الجاذبيّةَ. هما في الحقيقةِ يَتدحرجانِ نُزولاً. راقِبِ الجُزءَ الأوسطَ بانتباهٍ. حاولِ أن تقيسَ المسافةَ من وَسَطِ الكوزينِ إلى الأرضِ في كلِّ من نِهايَتِي التَّلِّ.

هل يبدو الكوزانِ يَتدحرجانِ طُلوغاً أو نُزولاً؟

- اللّوازم
- ♦ لوح كرتون
 - ♦ نصفاً دائرة من ورق مقوى رقيق
 - ♦ مسطرة أو قلم
 - ♦ شريط لاصق
 - ♦ مقص

10

موازنة رأس بطاطس

حاول أن توازن رأس بطاطس على طرف إصبعك .
ليس الأمر سهلاً! الآن اغرز في رأس البطاطس شوكتين
على شكل زاوية ، واحدة في كل جانب ، كما ترى . حاول
ثانية . هذه المرة تنجح !

5

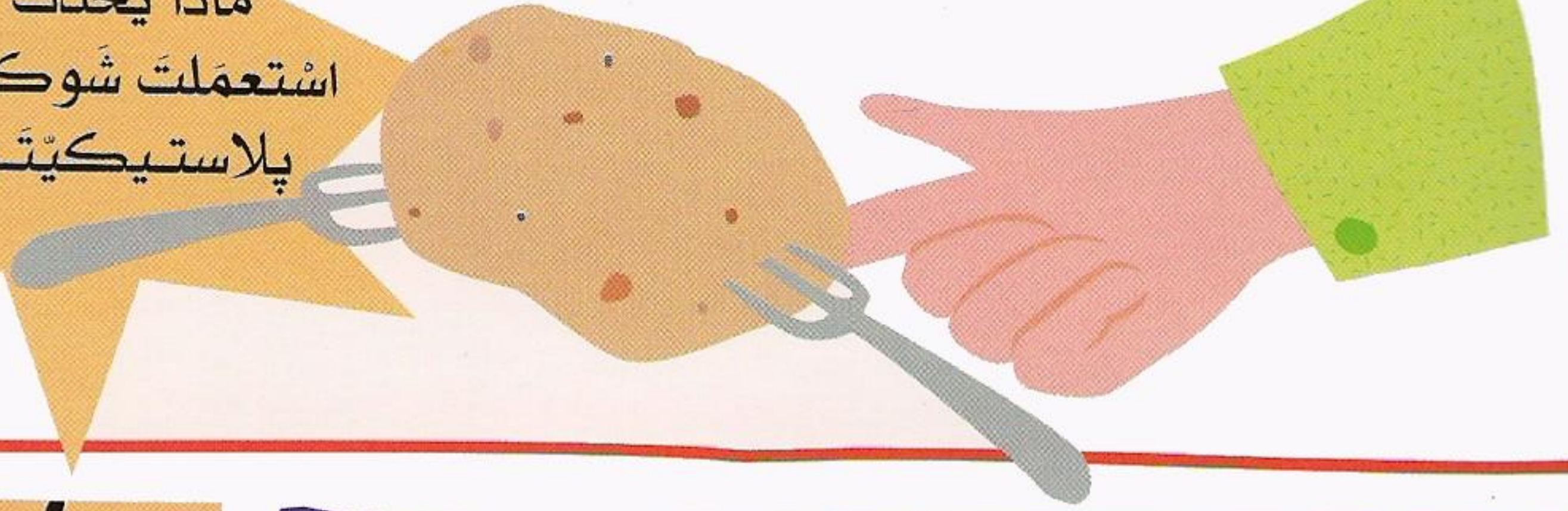
اللوازم

- ♦ رأس بطاطس
- ♦ شوكتان معدنيتان وشوكتان
بلاستيكيتان

ماذا حدث ؟

كتلة الشوكتين تنقل مركز
ثقل رأس البطاطس إلى
مستوى أخفض ، فيتوازن .
ولا يحدث التوازن عندما
تستخدم ملعقتين
بلاستيكيتين ، لأنه ليس
لهما كتلة كافية .

ماذا يحدث لو
استعملت شوكتين
بلاستيكيتين ؟



صندوق عجيب

أصق الوزن بشريط لاصق في قرنة من
قرن العلبه وغطها بغطائها . ضع العلبه
فوق حافة الطاولة بحيث تكون القرنة
التي فيها الوزن وحدها فوق الحافة
والباقي خارجها . وهكذا يبدو الجزء
الأكبر من العلبه وكأنه معلق في الهواء!
بإمكانك أن تغطي قاع العلبه بطبقة تخفي
الوزن ، وأن تنزع عندئذ الغطاء فيحسب
الآخرون أن العلبه فارغة !

5

اللوازم

- ♦ علبه
- ♦ وزن ثقيل ، أو بضعة نقود
معدنية ملتصقة معاً
- ♦ شريط لاصق



ماذا حدث ؟

للعلبة شكل منتظم ، لذا تتوقع أن يكون مركز ثقلها في الوسط . إن
إضافة الوزن ينقل مركز الثقل صوب القرنة . ما دام مركز الثقل فوق
الطاولة ، لن تقع العلبه . وهذا يفسر لم لا يقع برج پيزا المائل في
إيطاليا (انظر ص 11) .

عرض توازن

هذا الماشي على الجبال يمسك بين يديه زانة مرنة
لتخفيض مركز ثقله وجعله أكثر توازناً على الجبل الضيق .
ومع ذلك ، فهذا العمل يحتاج إلى الكثير من التمرين
والقدرة على تحمل الارتفاعات !

التوازن

ليس الشيء المتحرك وحده معرضاً لقوة مؤثرة فيه. الجاذبية تُشدُّك على نحوٍ متواصلٍ ، حتى وأنت جالسٌ دون حراكٍ . فما الذي يجعلُ الأشياء تسقطُ ؟ لكلِّ جسمٍ مركزٌ ثقلٍ ، هو نقطة التوازن التي يبدو أن تأثير الجاذبية ، أو كامل وزن الجسم ، مُركَّزٌ فيها . ومركز الثقل يؤثرُ في مدى توازن الجسم . الأشياء التي يكون مركز ثقلها مُنخفضاً تكون شديدة التوازن ، والأشياء التي يكون مركز ثقلها عالياً تكون ضعيفة التوازن ومعرضة للانقلاب .

الببغاء الجائم

هذا الببغاء سيظل قائماً على مَجمته، حتى حين تُحاول أن تقلبه؟



1 إنسخ صورة ببغاء بقلم رصاص .

2 أنقل مُخطَّط الببغاء إلى ورق مقوى سميك وفصله .



3 لَوِّن ببغاك .

اجعله يجثم على حافة طاولة أو على خيط دوبارة مشدود .

ماذا حدث ؟

جانب كبير من كتلة الببغاء مُركَّز في الذيل الكبير. ذلك يُعطي الببغاء مركز ثقل مُنخفضاً للغاية (في الواقع يكون تحت قدميه)، لذا يكون شديد التوازن ويتأرجح إذا ما دُفع دفعة بسيطة ثم يعود إلى وضعه القائم. بإمكانك أن تحصل على النتيجة نفسها بجعل الذيل صغيراً، لكن بالصاق قطعة نُقود معدنية على كل من جانبيه لزيادة كتلته.

10

اللوازم

- ورق مقوى سميك
- ورق استشفاف
- قلم رصاص
- أقلام لبادية الرأس
- مقص
- طاولة أو خيوط دوبارة

فراش من مسامير

في العام 1969، ضرب فقير هندي اسمه سيلكي الرقم القياسي في النوم على فراش من مسامير، فظل على ذلك الفراش 111 يوماً. إن السر في عمله البطولي يكمن في ضغط الهواء. فمع أن لكل مسمار بمفرده رأساً مديباً، فمن المسامير مئات.

وإن المساحة الإجمالية للمسامير مجتمعة

كافية للتخفيف من الضغط

الذي يولده وزن الشخص

فلا تسبب المسامير أي

أذى. الصعوبة تكمن في

الصعود إلى فراش

المسامير وفي النزول عنه.



وزع القوة

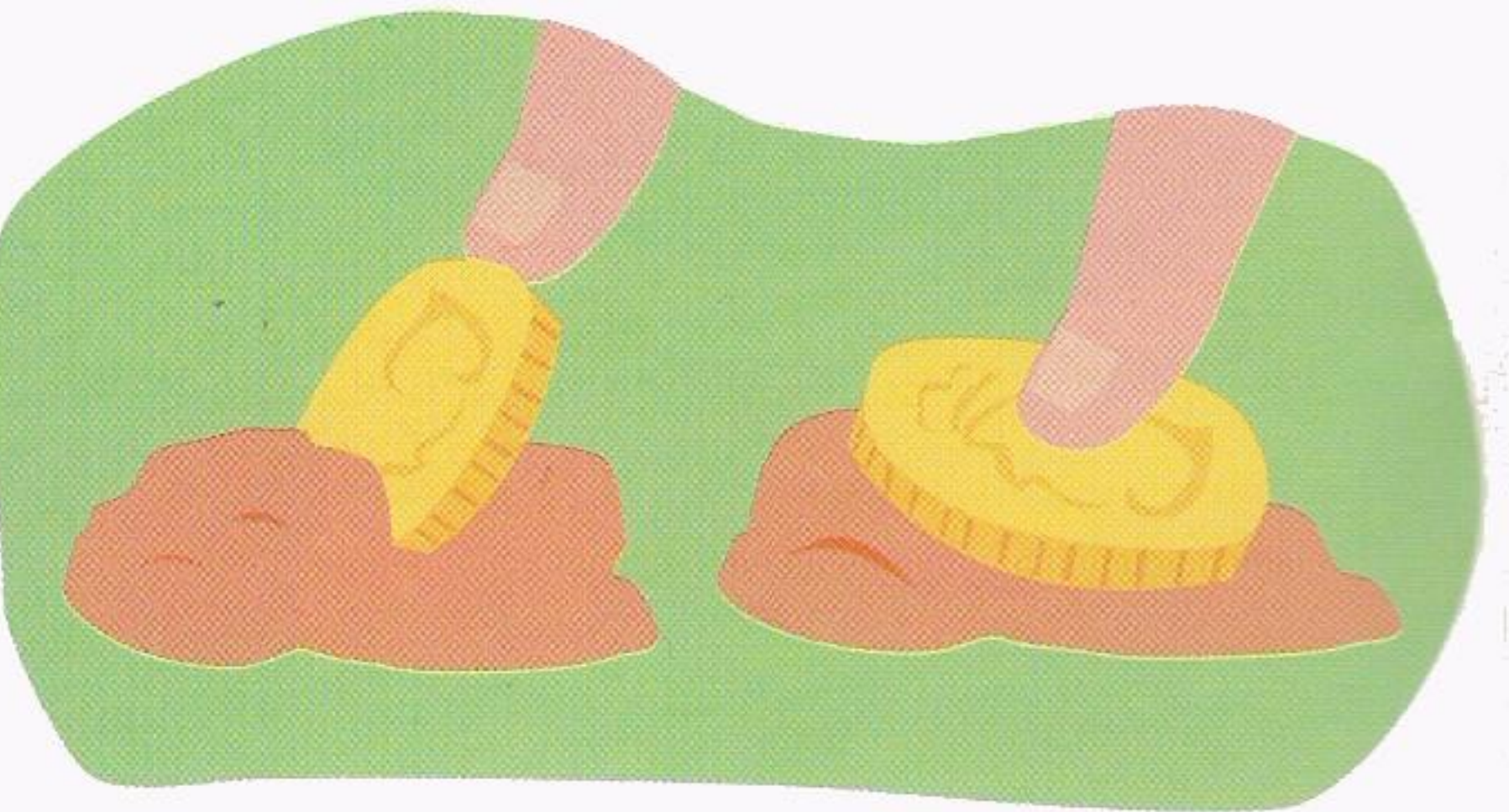
جرب أن تضغط قطعة نقود

معدنية من وجهها المنبسط

في كتلة من معجون التشكيل.

ثم جرب أن تضغطها من

حافتها. ما الأسهل؟



ماذا حدث؟

إن عرز قطعة النقود من حافتها أسهل كثيراً. فكلما صغرت

المساحة كان الضغط الذي تسببه قوة اليد أشد. فلوجه

قطعة النقود مساحة أكبر بكثير من مساحة حافتها، لذا تتوزع

القوة ويخف الضغط.



إطارات التراكور

إطارات هذا التراكور الهائلة ليس المقصود منها فقط تسهيل التنقل فوق الأماكن الوعرة. فإنها إذ توزع الوزن على مساحة واسعة من الأرض، تخفف الضغط فلا ينغرز التراكور في الأرض الرخوة.

الضَّغْط



لا تستطيع أن تغرز إصبعك في فلينة قنينة. لكن يمكنك بسهولة أن تغرز فيها دبوس رسم مستخدمًا القوة نفسها. ذلك أن رأس الدبوس يركّز القوة في مساحة صغيرة للغاية، فيكون الضغط المتولد عظيمًا. الضغط على إصبعك أقل بكثير، لأن القوة نفسها موزعة على سطح طبعة الدبوس الكبيرة المنبسطة. كلما توزعت القوة قلّ الضغط.

ضغَطُ الهواء

الهواء يضغط على الأشياء كلها. ومع أنك لا ترى ضغط الهواء، فإنك قادر على أن تشعر بأثره في هذه التجربة السريعة.

اللوازم
5
♦ كوب بلاستيكي
♦ مغسلة
♦ رقعة من بلاستيك رقيق قاس أو بطاقة بريدية قديمة



1 إملأ الكوب إلى حافته تمامًا بالماء وأزلق البطاقة فوق أعلاه.

3 إقلب

الكوب رأسًا على عقب فوق المغسلة وأنت لا تزال تثبت البطاقة في مكانها. أبعِدْ يَدَكَ عن البطاقة. لا تقع البطاقة، فإن ضغط الهواء يُثبتها في موضعها.



2 ثبت البطاقة على الكوب بيدٍ، وامسك الكوب باليد الأخرى.

ماذا حدث؟

يضغط الهواء في كل الاتجاهات، بما فيها صعودًا. وهو من القوة بحيث يحمل وزن الماء في الكوب. البطاقة تعمل عمل سدادة مُحكم يمنع تسرب الهواء إلى الكوب إذ تقلبه رأسًا على عقب. في الحقيقة، يضغط الهواء على كل سنتيمتر من جسمك بقوة 10 ن، أي بوزن كيلوغرام واحد. لكنك لا تنسحق لأن جسمك يضغط ضغطًا معاكسًا مساويًا للقوة الواقعة عليه.

هل بإمكانك
أن تجعل غواصك
يغوص إلى العمق
الذي تريد؟



7 إضغظ على القنينة. سترى الغواص يغوص إلى القاع. أوقف الضغظ، فيعود الغواص ويرتفع. وبشيء من الأناة، بإمكانك أن تجعل الغواص يغوص إلى العمق الذي ترغب فيه!

ماذا حدث؟

عندما تضغظ على القنينة، يُدفع الماء إلى داخل قشة الشرب، فينضغظ الهواء فيها. وهذا يجعل الغواص أثقل وزناً، وتزداد بالتالي كثافته فيغوص. عندما تفلت القنينة، ضغظ الهواء المُحتبس في القشة يدفع الماء، مما يجعل الغواص أقل كثافة من الماء، فيعود ويطفو.

كيف يطفو المركب؟

إختبر أشياءك لترى أيها يطفو وأيها يغوص. أسقط في الماء كرة من معجون التشكيل. أبسطها واجعلها في شكل طاس. هل تطفو الآن؟ جرب الأمر نفسه مع ورق الألمنيوم.



كيف تبقى
الأشياء التي تكون
على شكل
طاس طافية؟

ماذا حدث؟

الأشياء الصغيرة والثقيلة مثل النقود المعدنية والحجارة تغوص. الأشياء الكبيرة والخفيفة مثل الفلين تطفو. لكن عندما تُشكل من شيء صغير وثقيل مثل معجون التشكيل مركباً مُجوّفاً، يكون جانب كبير من المركب مملوءاً بالهواء. المركب والهواء الذي فيه هما معاً أقل كثافة من الماء، لذا يطفو المركب. على هذا النحو تطفو السفن المصنوعة من الفولاذ.



أسماك القرش السابحة

لا تهدأ حركة أسماك القرش في الماء بل إنها تسبح طوال الوقت. ذلك أنها أكثر من الماء، وإذا توقفت عن السباحة تغرق.

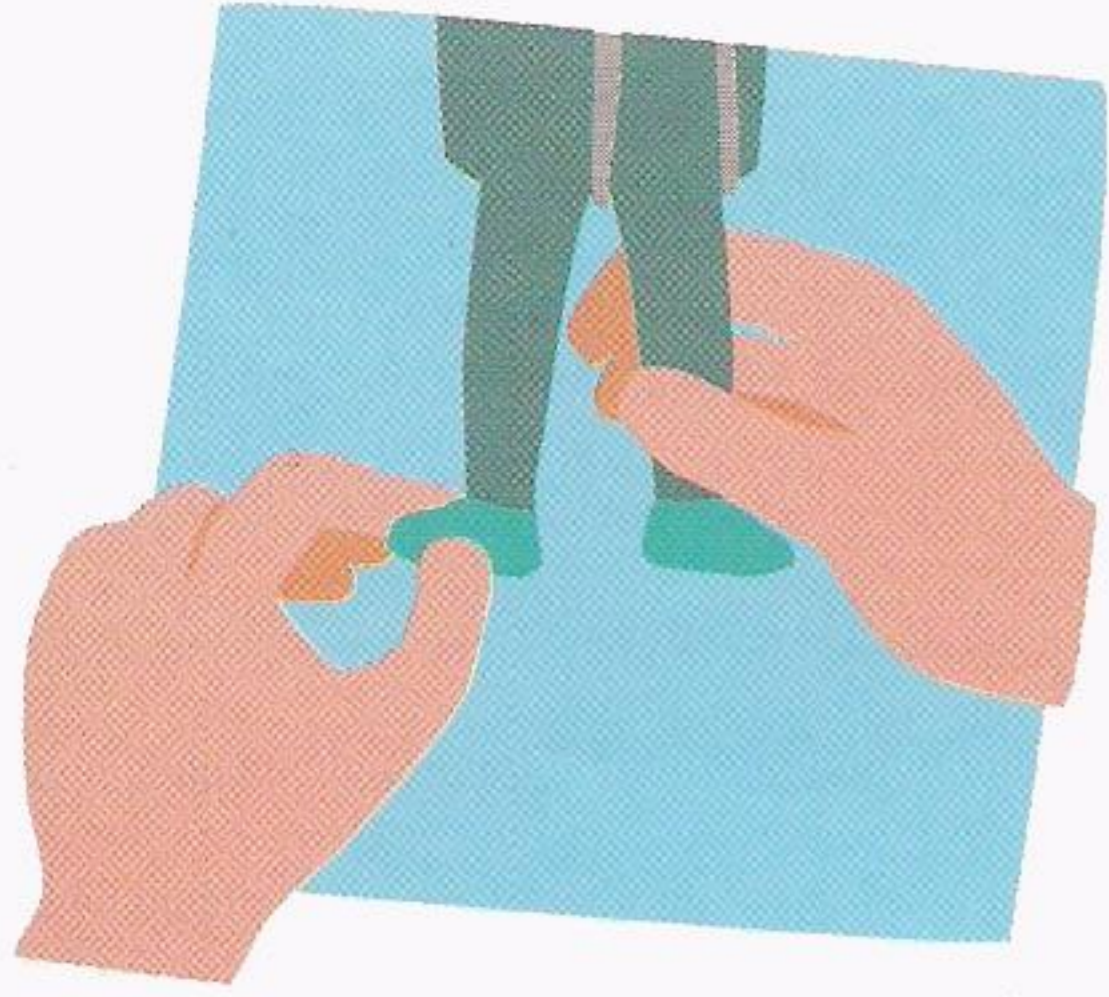
اللوازم

10

- ♦ بعض الجوامد المصنوعة من مواد مختلفة مثل الزجاج والمعادن والخشب والپلاستيك.
- ♦ معجون تشكيل
- ♦ ورق الألمنيوم
- ♦ طاس كبير من الماء

الطفو والغوص

يَعْتَمِدُ طَفْوُ الْأَشْيَاءِ أَوْ غَوْصُهَا عَلَى كَثَافَتِهَا. وَنَحْصُلُ عَلَى الْكثَافَةِ بِقِيَاسِ ثِقَلِ الشَّيْءِ بِالنِّسْبَةِ إِلَى حَجْمِهِ. إِنَّ مُكْعَبًا مِنَ الْفُولَازِ، مِثْلًا، أَثْقَلُ بِكَثِيرٍ مِنْ مُكْعَبِ جَلِيدٍ مِنَ الْحَجْمِ نَفْسِهِ. مُكْعَبُ الْفُولَازِ يَغْوِصُ وَمُكْعَبُ الْجَلِيدِ يَطْفُو. نَقُولُ إِنَّ الْجَلِيدَ أَقْلُّ كَثَافَةً مِنَ الْمَاءِ، وَبِكَلَامٍ آخَرَ إِنَّ مُكْعَبَ جَلِيدٍ يَزِنُ أَقْلَّ مِنْ مُكْعَبِ مَاءٍ مِنَ الْحَجْمِ نَفْسِهِ. مَفْهُومٌ، لَكِنْ كَيْفَ تَطْفُو سَفِينَةٌ مَصْنُوعَةٌ مِنَ الْفُولَازِ؟



4 اصْنَعْ حِذَاءَ غَوْصٍ مِنْ شَرِيْطٍ لَاصِقٍ يُمَكِّنُ إِعَادَةَ اسْتِعْمَالِهِ وَأَلْبَسْ بِهِ قَدَمَيْ الْغَوَّاصِ.

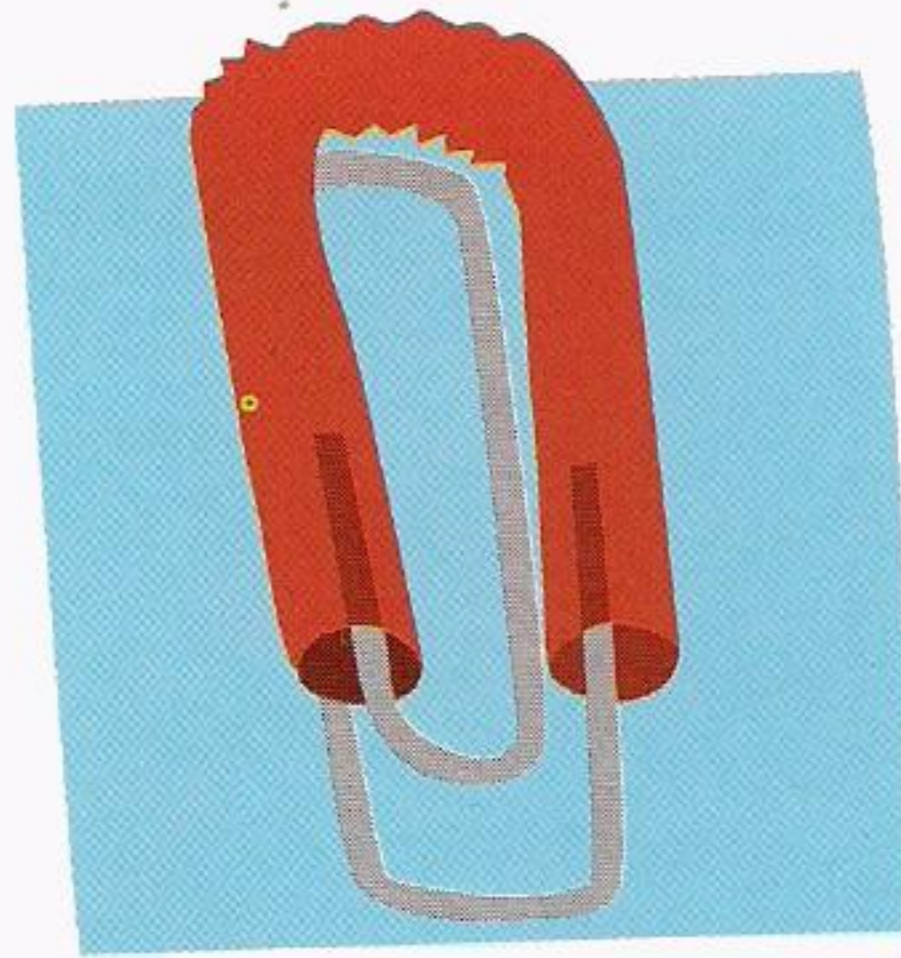


5 ضَعِ الْغَوَّاصَ فِي طَاسِ مَاءٍ. وَعَدِّلْ بِأَنَانَةٍ كَمِيَّةَ الشَّرِيْطِ اللَّاصِقِ عَلَى حِذَائِهِ إِلَى أَنْ يَطْفُوَ قَلِيلًا.



غَوَّاصُ الْأَعْمَاقِ

بِإِمْكَانِكَ أَنْ تَرَى، مِنْ خِلَالِ صُنْعِ نَمُودَجٍ هَذَا الْغَوَّاصِ، كَيْفَ أَنْ تَغْيِرَ كَثَافَةَ شَيْءٍ يَجْعَلُهُ يَطْفُو أَوْ يَغْوِصُ.



2 إِطْوِ قَشَّةَ الشَّرْبِ إِلَى الشَّكْلِ الَّذِي تَرَاهُ ثُمَّ قُصَّ طَرَفَيْهَا بِحَيْثُ يَكُونُ الطَّوْلُ نَحْوَ 2,5 سَم. أَدْخِلْ طَرَفَيْ مِشْبَكِ الْوَرَقِ فِي فَتْحَتِي الْقَشَّةِ الْمَطْوِيَّةِ.

اللَّوْازِمُ

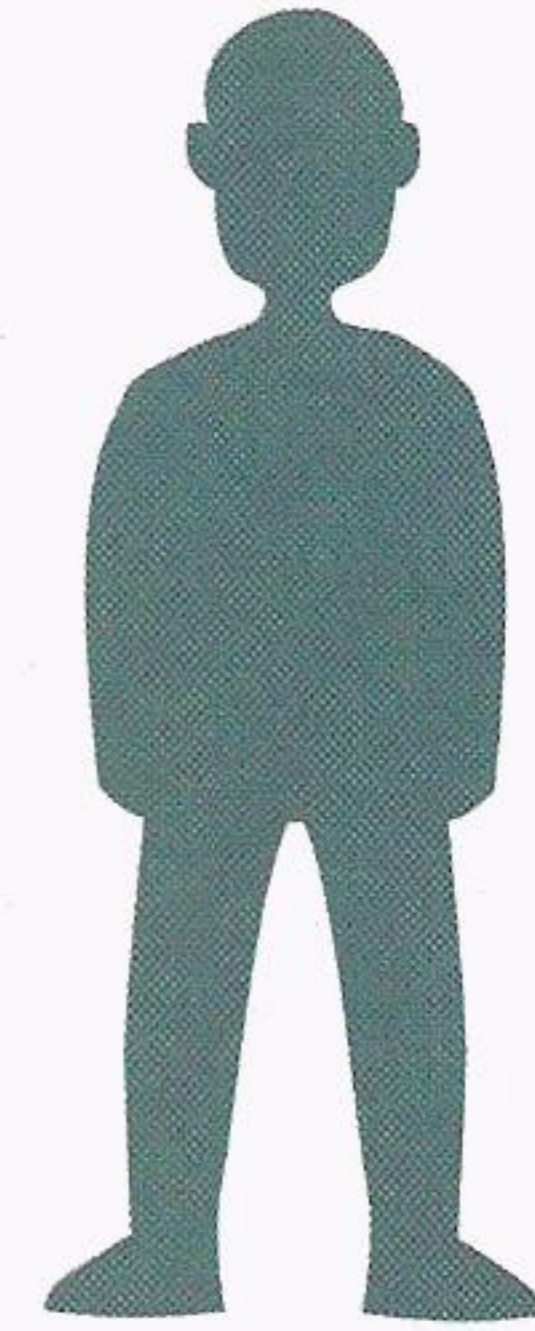
- قَنْيْنَةٌ پِلَاسْتِيكٍ ذَاتُ غِطَاءٍ
- مَلُولِبٌ سَعَةٌ لِتَرْتِينِ
- قَشَّةٌ شَرْبٍ (شَفَاطَةٌ) قَابِلَةٌ لِلتَّنْتِي
- مِشْبَكُ وَرَقٍ
- صِينِيَّةٌ حَلَوِيَّاتٍ اطَّرَاحِيَّةٌ (تُسْتَعْمَدُ لِمَرَّةٍ وَاحِدَةٍ ثُمَّ تُطْرَحُ) مِنَ الْأَمْنِيُومِ
- شَرِيْطٌ لَاصِقٌ يُمَكِّنُ إِعَادَةَ اسْتِعْمَالِهِ
- مَقْصٌ • طَاسٌ مَاءٍ



6 اِمْلَأِ الْقَنْيْنَةَ بِالْمَاءِ وَضَعِ الْغَوَّاصَ دَاخِلَهَا. إِحْرِصْ عَلَى أَنْ تَكُونَ الْقَنْيْنَةُ مَلَانَةً حَتَّى حَافَتَيْهَا، ثُمَّ أَغْلِقْهَا بِغِطَائِهَا بِإِحْكَامٍ. سَيَطْفُو الْغَوَّاصُ إِلَى أَعْلَى الْقَنْيْنَةِ.



3 أَزَلِقْ بِأَنَانَةٍ مِشْبَكَ الْوَرَقِ وَالْقَشَّةَ الْمَطْوِيَّةَ بَيْنَ سَاقِي الْغَوَّاصِ وَصُوعِدًا فِي جَسْمِهِ. يَنْبَغِي أَنْ تَكُونَ الْقَشَّةُ عَلَى ظَهْرِهِ، وَأَنْ تَكُونَ انْحِنَاءُهَا وَرَاءَ رَأْسِهِ، وَكَأَنَّهُ غَوَّاصٌ حَقِيقِيٌّ.



1 فَصِّلْ شَكْلَ الْغَوَّاصِ مِنَ صِينِيَّةِ الْأَمْنِيُومِ. اجْعَلْهُ طَوِيلًا وَنَحِيلًا، نَحْوَ 7 سَم \times 2 سَم، بِحَيْثُ يَدْخُلُ فِي عُنُقِ الْقَنْيْنَةِ.

اللوازم

- ♦ صينية بلاستيكية أطراحيّة،
- ♦ أي ممّا يُطرح بعد استعماله.
- ♦ قشّة شُرْب (شفّاطة) قابلة للتّني
- ♦ شريط لاصق يُعاد استعماله
- ♦ بالون
- ♦ شريط لاصق ومقصّ

مركب بالوني

لَيِّن البالون بِنَفْخِهِ مرّتين أو ثلاث مرّاتٍ. ألصِّقه إلى قشّة الشُّرْب (الشفّاطة) وتأكدْ أنّ الهواء لا يتسرّب من موضع الرّبط. انقُبْ ثقبًا صغيرًا في أحدِ طرفي الصّينيّة، يكون حجمه كافيًا لإدخال القشّة عبره. أدخل القشّة في الثّقب وانفخ البالون واختمْ طرف القشّة بشريط لاصقٍ. ضع المركب في حوض ماءٍ وانزع الشريط اللاصق بسرعةٍ.

ماذا حدث؟

يُدفعُ البالونُ الهواءَ خارجًا من القشّة، وهذه تدفعُ المركبَ إلى الأمام. تعملُ المحرّكاتُ النّفاثةُ والصّواريخُ بالطريقة نفسها، فهي تندفعُ إلى الأمام بفعلِ اندفاعِ الغازِ من الجانبِ الخلفيِّ، وهذا ما يُعرفُ بالدّسرِ.

نظرة إلى الماضي

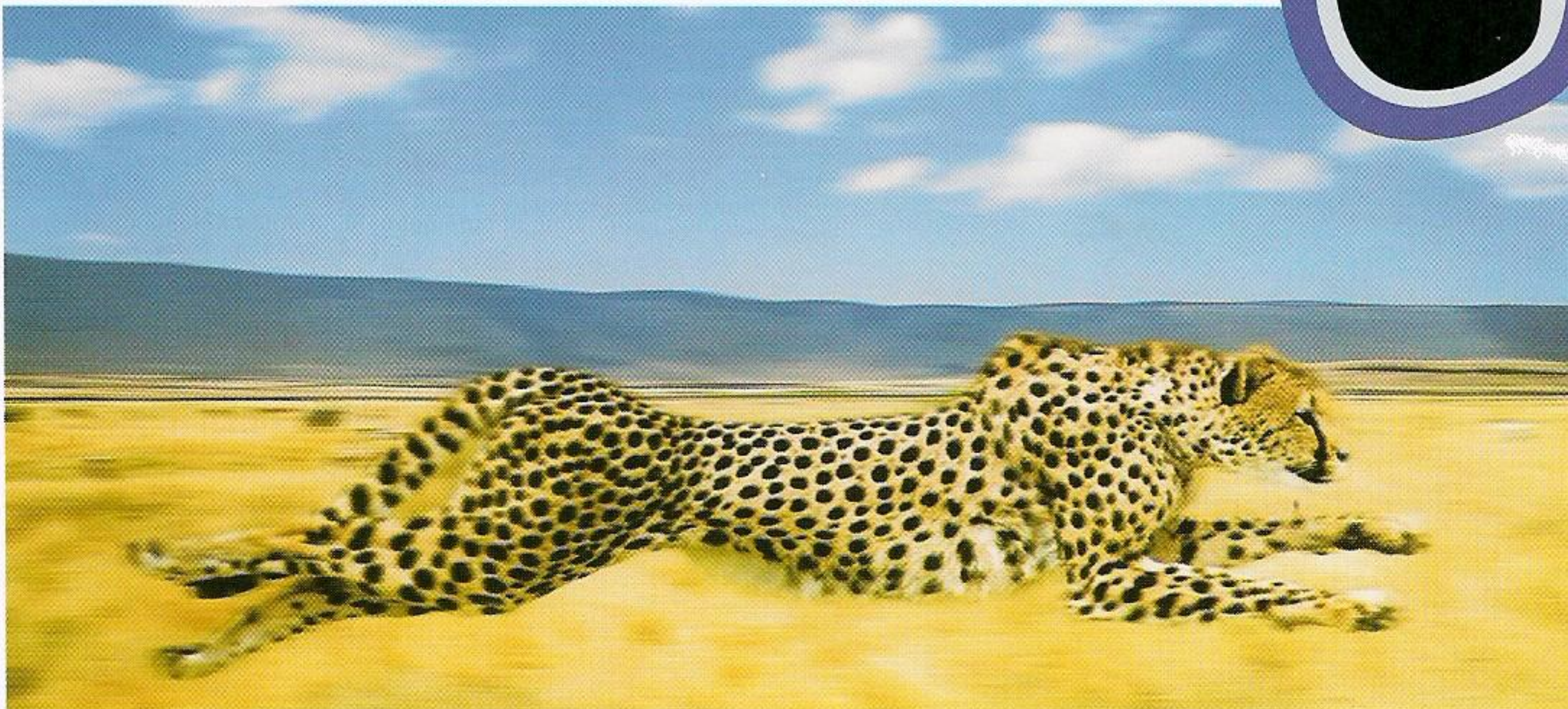
سرعة قياسية على الأرض

أولُ رقمٍ قياسيٍّ في السّرعَةِ على الأرضِ سجّله في العام 1898 فرنسيٌّ من باريس قطعَ سيّارتهُ مسافةً كيلومترٍ واحدٍ بـ 57 ثانيةً، أي بمعدّلِ سرعةٍ 63 كم/سا. بعد نحو 100 عام، سجّلتِ سيّارةُ نفاثةٌ رقمًا قياسيًّا في السّرعَةِ الأرضيّةِ، هو الأحدثُ حتّى الآن، بمعدّلِ 1228 كم/سا- وهي سرعةٌ تفوقُ سرعةَ الصّوتِ. وقد ساعدَ شكلُ السيّارةِ الانسيابيُّ على أن تشقَّ الهواءَ بيسرٍ وبأقلِّ نسبةٍ من المقاومة. وكانت السيّارةُ مزوّدةً بمكايحٍ خاصّةٍ وبزوجٍ من الباراشوتاتِ لتُساعدَ على إيقافها.



الفهد العدّاء

الفهدُ يحيلُ الرّقمَ القياسيَّ في السّرعَةِ الأرضيّةِ بين الحيواناتِ. إنّ قوائمه القويّة وعموده الفقريّ المرنَ تُساعدُهُ في التّسارعِ إلى نحو 100 كم/سا.

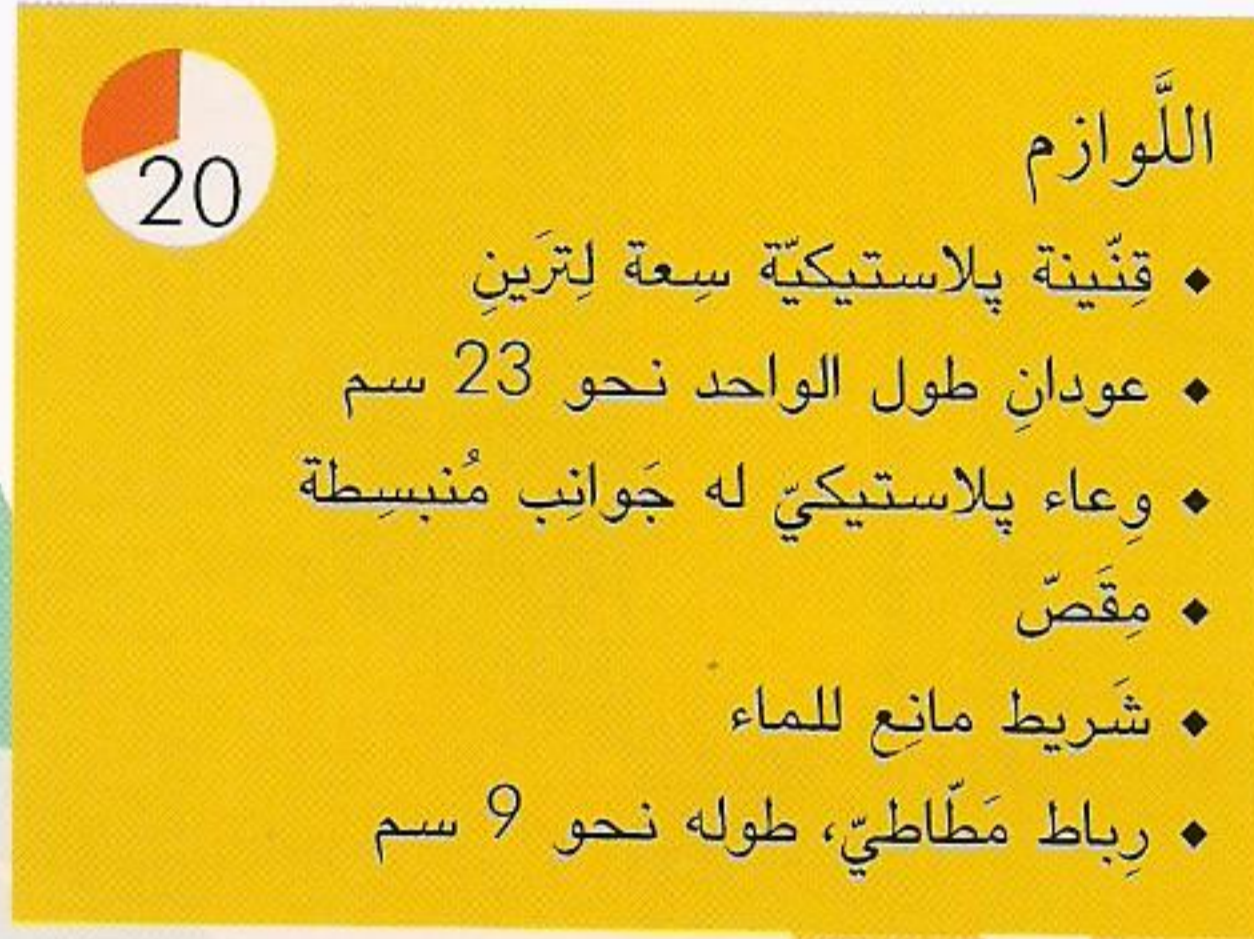


التَّسَارُع

القُوَى يُمكنُ أَنْ تَجْعَلَ الأشياءَ تَتَسَارَعُ أَي تَزِيدُ فِي سُرْعَتِهَا . إِذَا تَعَادَلَتِ القُوَى المؤَثِّرَةُ فِي شَيْءٍ فَإِنَّ سُرْعَتَهُ لَا تَتَغَيَّرُ . لَكِنْ إِذَا كَانَتِ القُوَّةُ الَّتِي تَدْفَعُهُ إِلَى الأَمَامِ أَعْظَمَ مِنَ القُوَّةِ الَّتِي تَدْفَعُهُ إِلَى الخِوَارِ ، فَإِنَّ سُرْعَتَهُ تَتَزَايَدُ إِلَى أَنْ تَتَعَادَلَ القُوَّتَانِ مُجَدِّدًا . القُوَى غَيْرِ المُتَعَادِلَةِ يُمكنُ أَنْ تُؤَدِّيَ بِالأَشْيَاءِ إِلَى تَغْيِيرِ سُرْعَتِهَا أَوْ اتِّجَاهِهَا .

مَرَكَبٌ مِغْدَفِيٌّ

يُرِي هَذَا المَرَكَبُ المِغْدَفِيُّ كَيْفَ أَنَّ عَدَمَ تَعَادُلِ القُوَى يُمكنُ أَنْ يَدْفَعَ شَيْئًا إِلَى الأَمَامِ .

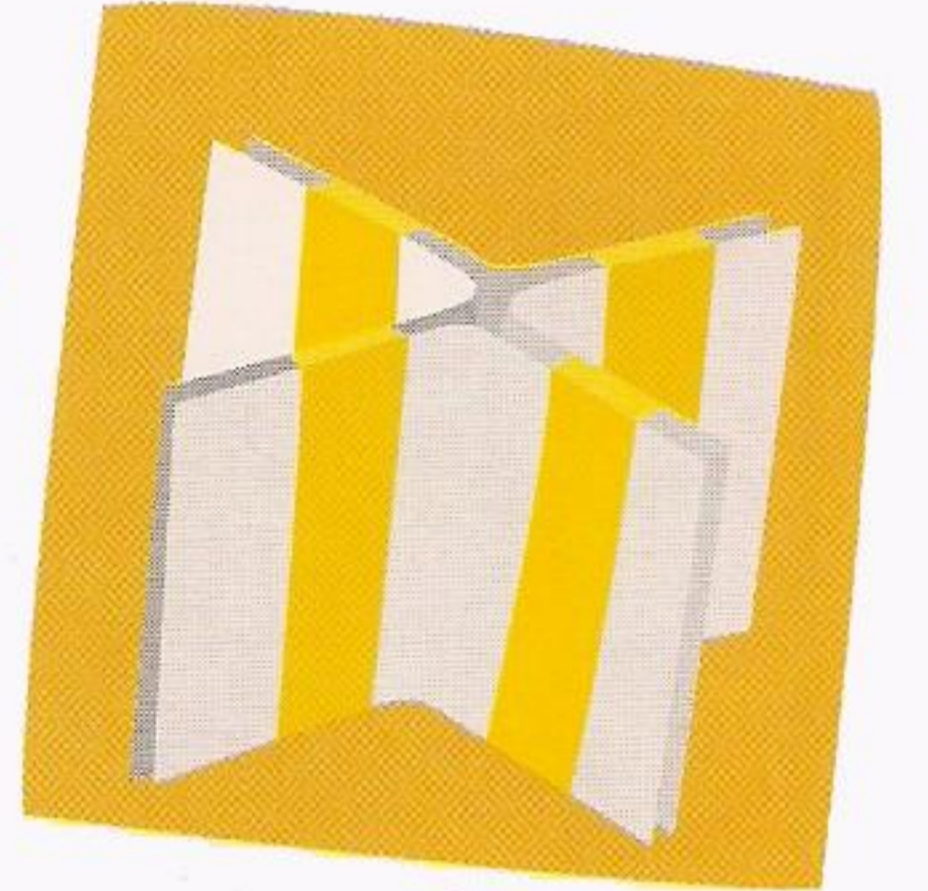


1 فَصِّلْ مِنْ جَوَانِبِ وِعَاءِ الپِلَاسْتِيكِ المُنْبَسِطَةِ أَرْبَعَةَ مُسْتَطِيلَاتٍ ، قِيَاسُهَا 5 سَم × 8 سَم .

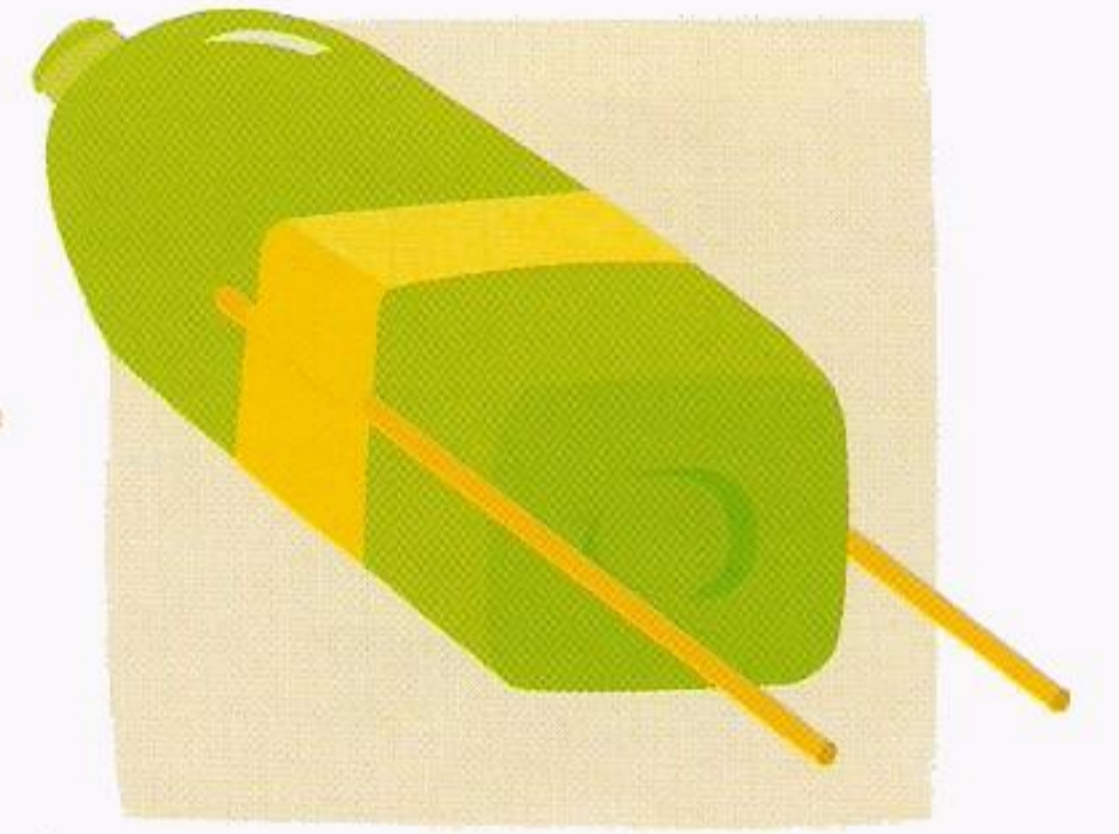


هل بإمكانك أن تجعل مراكبك يجري إلى الخوار؟

2 إِطْوِ المُسْتَطِيلَاتِ إِلَى نِصْفَيْنِ وَأَوْقِفْهَا عَلَى جَوَانِبِهَا الطَّوِيلَةِ . قَرِّبِ الطَّيَّاتِ بَعْضُهَا مِنْ بَعْضٍ لِتَلْتَقِيَ حَوَاقِفُهَا ، وَارْبِطْهَا بِشَرِيْطٍ لِاصِقٍ لِتَعْمَلَ عَجَلَةٌ تَغْدِيفٌ .



5 أزلِقْ عَجَلَةَ التَّغْدِيفِ دَاخِلَ الرِّبَاطِ المَطَّاطِيِّ وَابْرُمْهَا . ضَعْ مَرَكَبَكَ فِي مَغْطَسِ الحَمَّامِ أَوْ فِي بَرَكَةِ مَاءٍ ، وَأَفْلِتْهُ .



4 مُطِّ الرِّبَاطِ المَطَّاطِيِّ حَوْلَ العِوَدَيْنِ البَارِزَيْنِ . اسْتَخْدِمِ رِبَاطًا مُنَاسِبًا فَلَا يَكُونُ مَشْدُودًا .

3 أَلصِقْ كَلًّا مِنَ العِوَدَيْنِ إِلَى جَانِبٍ مِنْ جَانِبِي القِنِينَةِ عِنْدَ نَحْوِ ثَلَاثَةِ أَرْبَاعِ المَسَافَةِ نُزُولًا ، بِحَيْثُ يَظَلُّ العِوَدَانِ بَارِزَيْنِ نَحْوَ 7 سَم .

مَاذَا حَدَثَ ؟

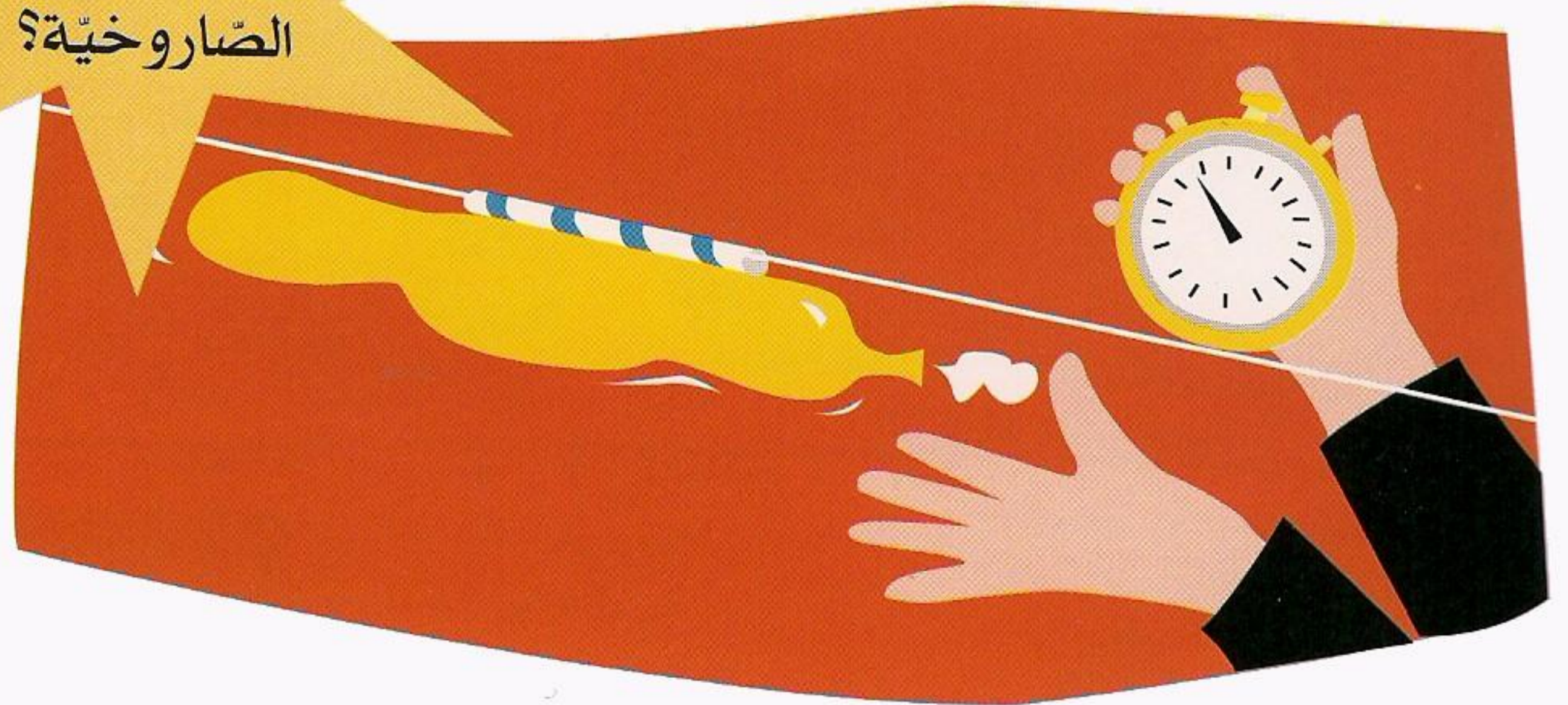
يُشغَلُ المَرَكَبُ الطَّاقَةَ المُخْتَزَنَةَ أَوْ الكَامِنَةَ فِي الرِّبَاطِ المَطَّاطِيِّ الَّتِي بَرَمْتَهُ . إِذْ تَدُورُ عَجَلَةُ التَّغْدِيفِ إِنَّهَا تَدْفَعُ المَاءَ ، مِمَّا يُخَلِّقُ بَتَعَادُلِ القُوَى المؤَثِّرَةِ عَلَى القِنِينَةِ . فَتَجْرِي مُتَسَارِعَةً إِلَى أَنْ تُصْبِحَ مُقَاوِمَةً المَاءِ الَّتِي يَرُدُّ بِدَفْعٍ مُقَابِلٍ مُسَاوِيَةٍ لِقُوَّةِ عَجَلَةِ التَّغْدِيفِ الَّتِي تَدْفَعُ إِلَى الأَمَامِ ، وَتَعُودُ القُوَّتَانِ إِلَى حَالَةِ تَوَازُنٍ . عِنْدَئِذٍ يَجْرِي المَرَكَبُ بِسُرْعَةٍ ثَابِتَةٍ إِلَى أَنْ يَنْفَدَ مَا اخْتَزَنَهُ الرِّبَاطُ المَطَّاطِيُّ مِنْ قُوَّةٍ كَامِنَةٍ .

- ◆ كيس بالونات بأشكال مختلفة
- ◆ قشّات شرب
- ◆ شريط لاصق
- ◆ كرة خيوط دوّارة
- ◆ شريط قياس وساعة توقيت
- ◆ صديق

هل بإمكانك
أن تحسب معدّل
سرعة بالوناتك
الصاروخية؟

ماذا حدث؟

البالون يَضَعُطُ الهواءَ داخله، فيقَسِرُهُ على الإندفاع من الخلف، وهذا يدفع البالون إلى الأمام. البالونات الطويلة الرفيعة تطير بسرعة أكبر من البالونات الكروية لأن شكلها أكثر انسيابية وتدفع في انطلاقها إلى الأمام كمية أقل من الهواء.



سباق صواريخ البالونات

قَصِّ بضع قشّات شرب (شفاطات) إلى أطوال 10 سم. أسلِكها في طَرَفِ خَيْطِ الدوّارة. اِعْقِدِ الخَيْطَ بين كُرْسِيِّين يَبْعُدُ الواحدُ عن الآخرِ مسافة 10م. وليكن الخَيْطُ مَشْدُودًا. اُنْفُخْ بالونًا. اُقْرُصِ العُنُقَ بإحكامٍ، ثم اطلُبْ من صديقٍ أن يُلصِقَ البالونَ إلى القشّةِ الأولى. حَضِرْ ساعة التّوقيتِ، وأفِلتِ البالونَ! وَقَّتْ ما يَسْتغرِقُهُ البالونُ في طيرانه إلى الطَّرَفِ الآخرِ مِنَ الدوّارة. قارنْ أشكالًا مُختلِفَةً مِنَ البالوناتِ لترى أيّها يكونُ الأسرع.

نظرة إلى الماضي

الأرنب والسُّلحفاة

في هذه الحكاية الإغريقية المشهورة، يتحدّى أرنبٌ سُلحفاةً إلى سباقٍ. تقبلُ السُّلحفاةُ، ويبدأُ السِّباقُ. يندفعُ الأرنبُ بسرعةٍ، لكنّه يتوقّفُ لأخذِ عَفْوَةٍ. في هذه الأثناءِ تمشي السُّلحفاةُ مشيةً ثابتةً. عندما يصحو الأرنبُ من عَفْوَتِهِ، تكونُ السُّلحفاةُ تقطَعُ خطَّ الوصولِ ويخسرُ الأرنبُ السِّباقَ. مع أن سرعة الأرنبِ القصوى تفوقُ سرعة السُّلحفاةِ كثيرًا، فإنّ معدّلَ سرعتهِ على مدى السِّباقِ كلّهُ كان أبطأً من سرعتها.



خطّ النّهاية

قد يكونُ الفرقُ بين الفائزِ بالميداليةِ الذهبيةِ وذاك الفائزِ بالفضيةِ فترةً لا تتجاوزُ 100/1 من الثانية. في السِّباقاتِ العالميّةِ، تقومُ بعمليّةِ التّسجيلِ كاميراتٌ مزوّدةٌ بشعاعٍ غير مرئيّ. وهذا النوعُ من الكاميراتِ لا يستطيعُ شخصٌ يحمِلُ ساعة توقيتٍ، مهما بلغت براعتهُ، مُجاراته.

قياس السرعة

قياسُ السرعةِ له فوائدُ جمةٌ. سائقو السيَّاراتِ، على سبيلِ المثالِ، يحتاجونَ إلى أن تَظَلَّ سرعتها في حُدودِ السرعةِ المسموحِ بها. سائقو القِطاراتِ يحتاجونَ إلى أن يَعْرِفُوا أن سرعتهم هي السرعةُ المُناسبةُ للوصولِ إلى المحطَّةِ التَّاليةِ في الوقتِ المُناسبِ. لقياسِ سرعةِ الشَّيءِ، يَلزِمُكَ أن تَعْرِفَ شَيْئَيْنِ - المسافةَ المَقطوعةَ والوقتَ الذي استغرَقَهُ قَطْعُ تلكِ المسافةِ.



10

اللوازم

- ♦ دراجة
- ♦ ساعة توقيت، أو ساعة تبيّن الثواني
- ♦ شريط قياس
- ♦ حاسبة
- ♦ صديق

تَجْرِبَةُ سُرْعَةٍ

إليكِ طريقةً سهلةً لقياسِ سرعةِ درّاجٍ. إسألِ راشدًا أن يَجِدَ لك مَوْقِعًا آمنًا في مَسارِ الدَّرّاجِ تقومُ منه بتَجْرِبَتِكَ.

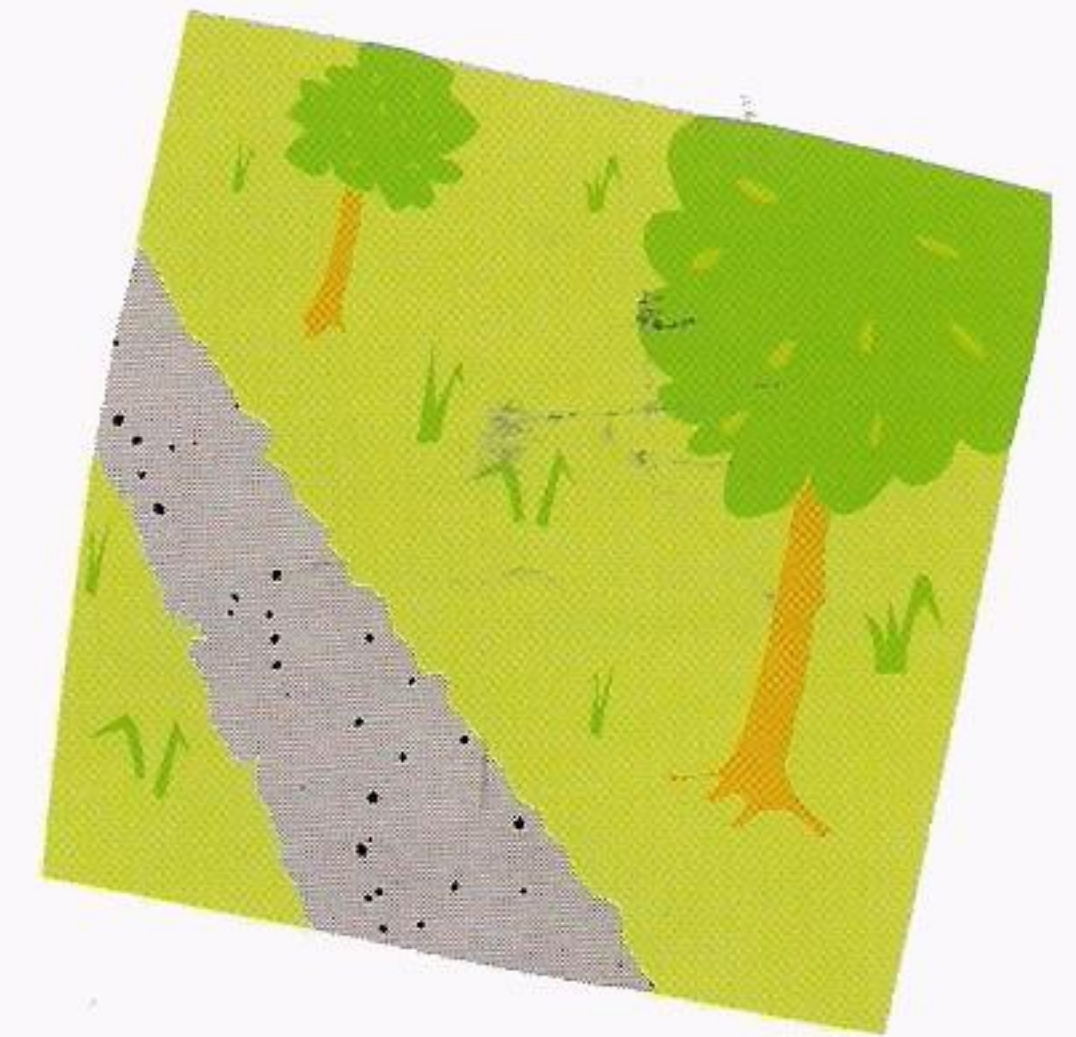


هل بإمكانك

أن تحسب سرعة

قيادتك

للدراجة؟



1 قس المسافة بين شَيْئَيْنِ يَقَعَانِ في مَسارِ الدَّرّاجِ (شَجَرَتَانِ، مثلاً). حاولِ اختيارَ شَيْئَيْنِ يَبْعُدُ الواحدُ منهما عن الآخرِ نحوَ 50 م.

2 إجْرِ مسافةً قبل الوصولِ إلى النُّقطةِ الأولى لتكونِ سرعتُك بين النُّقطةِينِ ثابتةً. أُطَلِّبْ من صديقٍ أن يوقِّتَ الزَّمَنَ الذي تستغرِقُهُ في قَطْعِ المسافةِ بين النُّقطةِينِ.

ماذا حَدَثَ؟

مُعَدَّلُ السرعةِ يَدُلُّكَ على المسافةِ التي يَقطَعُها الدَّرّاجُ في الثانيةِ. مثلاً، إذا كان الدَّرّاجُ يَقطَعُ 50 م في 5 ثوانٍ، فمُعَدَّلُ سرعتهِ 5/50، أي 10 أمتارٍ في الثانيةِ أو 10 م/ثا. كثيرًا ما تُقاسُ السرعةُ بالكيلومترِ في السَّاعةِ (كم/سا)، لكنَّ الفِكرةَ هي نفسها.

مُعَدَّلُ السرعةِ = المسافةُ المقطوعةُ
الوقتُ المُستغرَقُ

3 استخدم هذه المُعادلةَ لتحسبَ سرعةَ

جَرِيكِ. إذا حَسَبْتَ المسافةَ بالأمتارِ والوقتَ بالثواني، يكونُ الجوابُ مترًا بالثانيةِ، أو اختصارًا م/ثا.

جليد زلق

جَرِّبْ أَنْ تُزَلِّقَ أَشْيَاءَكَ عَلَى طَاوِلَةِ الْوَاحِدِ بَعْدَ الْآخِرِ. الْآنَ جَرِّبِ الْأَمْرَ نَفْسَهُ مَعَ مُكْعَبِ جَلِيدٍ. مَا الَّذِي تُلَاحِظُهُ؟



كيف يعمل الماء عمل مزييت (مزلق)؟

ماذا حدث؟

تتشكل من الجليد الذي يذوب طبقة ماء رقيقة تخفف من كمية الاحتكاك بين مكعب الجليد وسطح الطاولة، فينزلق المكعب بسهولة أكبر. يعمل الماء عمل مزييت أو مشحّم، مثل عمل الزيت أو الشحم بين الأجزاء المتحركة في المكنة. مع ذلك، لا ينفع الماء كمزييت في المكنات، لأنه سرعان ما يتبخّر وقد يؤدي إلى صداداً أجزاء المكنة!

اللوازم
♦ الأشياء المنبسطة القاع
من التجربة السابقة
♦ طاولة مطبخ ملساء السطح
♦ مكعب ثلج

10

فرك اليدين

جَرِّبْ فَرَكَ رَاحَتَيْ يَدَيْكَ مَعًا، بِلُطْفٍ وَبِبُطْءٍ أَوَّلًا، ثُمَّ عَلَى نَحْوِ أَسْرَعٍ وَأَشَدِّ. مَاذَا تُلَاحِظُ؟ بَلِّلْ يَدَيْكَ بِمَاءٍ صَابُونِيٍّ، ثُمَّ قُمْ بِالتَّجْرِبَةِ ثَانِيَةً.



ماذا حدث؟

كلّما ازدادت في فرك يديك شدة وسرعة ازدادت حرارتهما. ذلك أنّ فرك اليدين يولّد احتكاكًا، والاحتكاك يولّد حرارة. عندما تقوم بالشّيء نفسه ويديك مبللتان بماء صابونيٍّ، فإنّ الماء يخفف من الاحتكاك ويقلّل شعورك بالحرارة.

اللوازم
♦ يدك
♦ ماء وصابون

5



مزلدة

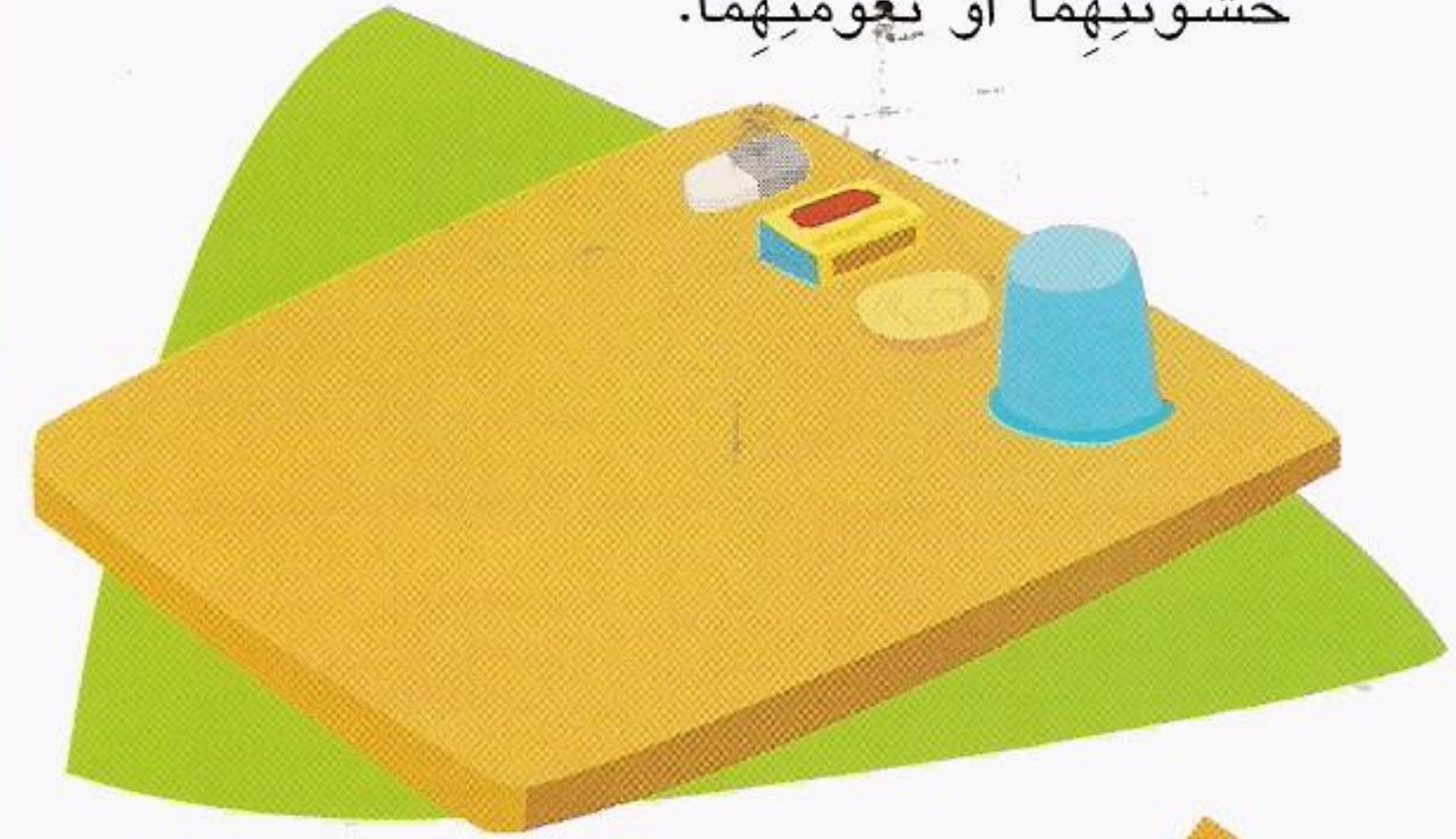
نصل حذاء التزلّد (التزحلق على الجليد) يتسبّب بضغط شديد على الأرض الجليديّة. ذلك يذيب الجليد، مُشكّلًا طبقة رقيقة من الماء تُزيّت نصل حذاء التزلّد تمامًا كما يفعل الزيت. وهكذا يتضاءل الاحتكاك إلى حدّ بعيدٍ وينطلق المزلّد أو المزلّدة دون عائق.

الإحتكاك

حيث يَحْتَكُ شَيْئَانِ أَحَدُهُمَا بِالْآخَرِ ، يَتَوَلَّدُ اِحْتِكَاكٌ . الإِحتِكَاكُ هُوَ قُوَّةٌ غَيْرُ مَرِيئَةٍ تَسْعَى إِلَى وَقْفِ الحَرَكَةِ . يَحْدُثُ الإِحتِكَاكُ أَيضًا عِنْدَمَا يَتَحَرَّكُ شَيْءٌ عِبرَ سَائِلِ كَالْمَاءِ أَوْ عِبرَ الهَوَاءِ . وَكثِيرًا مَا يُدْعَى عِنْدئذٍ مُقَاوِمَةً . يَكُونُ الإِحتِكَاكُ أحيانًا قُوَّةً نَافِعَةً تَكْبِحُ الأَشْيَاءَ أَوْ تُخَفِّفُ مِنْ سُرْعَتِهَا ، لَكِنَّهَا تَكُونُ فِي أحيانٍ أُخْرَى مَصْدَرًا لِإِزعَاجٍ . فَكَّرْ فِي دَرَاجَةٍ - أَنْتِ تُزَيِّتُ أَجْزَاءَهَا المُتَحَرِّكَةَ كَالسَّلْسَلَةِ لِلتَّخْفِيفِ مِنَ الإِحتِكَاكِ ، لَكِنَّكَ تَرْتَكِبُ خَطَأً كَبِيرًا لو أَنَّكَ وَضَعْتَ زَيْتًا عَلى حِتَارٍ أَوْ حَافَةِ العَجَلَةِ حَيْث تَضَعُطُ المَكَابِحُ !

إنزلاق أو مسك؟

هذه التجربة السريعة تُري كيف أن كمية الإحتكاك بين سطحين تتوقف على مدى خشونتهما أو نعومتها.



1 صَفَّ أَشْيَاءَكَ عَلى طَوْلِ أَحَدِ طَرَفِي اللُّوحِ الخَشْبِيِّ . أَيُّ الأَشْيَاءِ فِي رَأْيِكَ سَتَكُونُ أَسْهَلَ انزِلَاقًا .



2 ارْزُقْ طَرَفَ اللُّوحِ الخَشْبِيِّ بِبَطْنٍ لِتَرَى أَيُّ الأَشْيَاءِ يَنْزِلِقُ أَوَّلًا وَأَيُّهَا الأَكْثَرُ تَمَسُّكًا بِالسَّطْحِ .

لِمَ تَكُونُ أَشْيَاءٌ أَسْهَلَ انزِلَاقًا مِنْ أَشْيَاءٍ أُخْرَى؟

اللَّوْازِمُ
♦ لَوْحٌ خَشْبِيٌّ كَبِيرٌ
♦ صِينِيَّةٌ پِلَاسْتِيكِيَّةٌ مَلْسَاءٌ
♦ تَشْكِيلَةٌ مِنْ أَشْيَاءٍ مُنْبَسِطَةٍ القَاعِ لَا تَتَكَسَّرُ بِسُهُولَةٍ ، مِثْلُ كُوبِ پِلَاسْتِيكِيٍّ وَقِطْعَةٍ نَقُودٍ مَعْدِنِيَّةٍ وَمِمْحَاةٍ وَعُلبَةٍ كَبْرِيَّةٍ



3 الآن جَرِّبِ اسْتِخْدَامَ الصِّينِيَّةِ الپِلَاسْتِيكِيَّةِ . هَلْ تَجِدُ فَرَاقًا فِي نَتَائِجِ التَّجْرِبَةِ؟

ماذا حدث؟

بَعْضُ الأَشْيَاءِ أَسْهَلُ انزِلَاقًا عَلى لَوْحِ الخَشْبِ لِأَنَّ بَيْنَ سَطْحِ أَسْفَلِهَا وَاللُّوحِ نِسْبَةً أَقَلَّ مِنَ الإِحتِكَاكِ . وَهَذِهِ هِيَ الأَشْيَاءُ الَّتِي تَشْعُرُ أَنَّهَا أَنْعَمُ مَلَمَسًا . وَلِلسَّبَبِ نَفْسِهِ فَإِنَّ الأَشْيَاءَ أَسْهَلُ انزِلَاقًا عَلى سَطْحٍ نَاعِمٍ مِثْلِ الصِّينِيَّةِ الپِلَاسْتِيكِيَّةِ .

مقاومة الهواء

قف في موقع عالٍ وجرب أن تسقط أشياءك الخفيفة الواحد بعد الآخر. لاحظ كيف تسقط. الآن خذ ورقتي الشاش وكتل إحداهما إلى شكل كرة، وأسقطهما في الوقت نفسه. ماذا يحدث؟

لم تسقط
أشياء بسرعة
أكبر من سقوط
أخرى؟



اللوازم

5

- ♦ أجسام خفيفة عدة يكون لها سطوح كبيرة بالنسبة إلى وزنها، مثل ريشة وورقة شجر وحيط
- ♦ ورقتا شاش

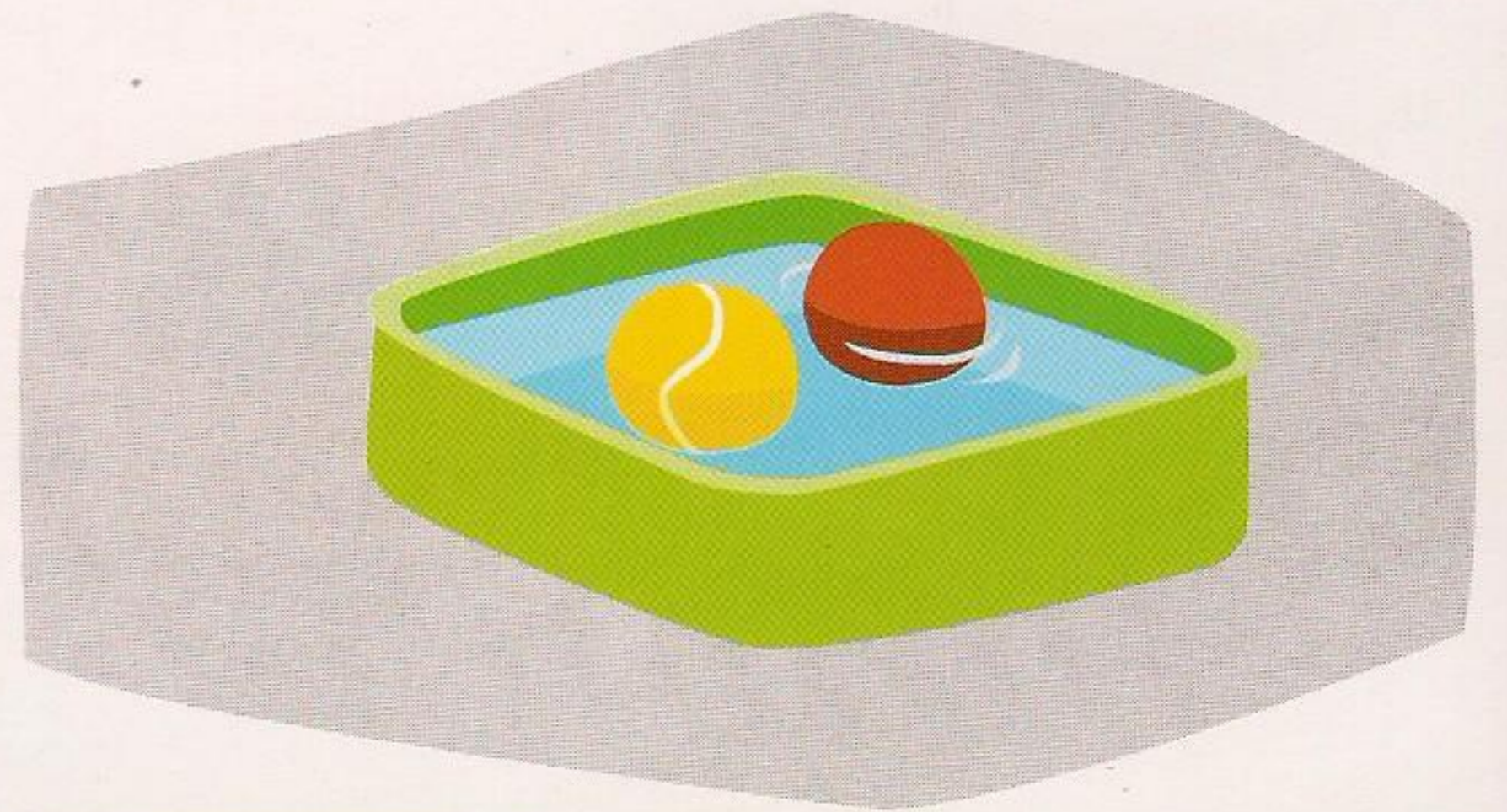
ماذا حدث؟

تتسارع الأشياء بعد إسقاطها، ثم تسقط بسرعة ثابتة إلى أن تصل إلى الأرض. لورقة الشاش المكونة سطح أصغر من سطح الورقة المنبسطة. فتكون أسهل تحركًا في الهواء، وتسقط لذلك بسرعة أكبر. على الورقة المنبسطة أن تزيح من طريقها من الهواء كمية أكبر بكثير مما على الكرة أن تزيحه. مقاومة الهواء الزائدة هذه تجعلها تهبط ببطء.

مقاومة الماء

ضع كلتا الكرتين في طاس ماء، بحيث تطفوان. جرب أولاً تدويم واحدة، ثم الأخرى. أيهما أسهل تدويمًا؟

- 5
- ♦ اللوازم
 - ♦ كرة تنس
 - ♦ طاس ماء
 - ♦ كرة مطاط ملساء



ماذا حدث؟

يقاوم الماء الحركة أشد مما يقاوم الهواء. كرة المطاط أسهل تدويمًا لأن سطحها الأملس لا يتسبب بمقاومة شديدة من الماء كما هي حال كرة التنس.

مِظَلِّي

عندما يبدأ باراشوت بالهبوط، يتسارع إلى أن تتوازن قوة مقاومة الهواء الضاغطة صعودًا مع قوة شد الجاذبية الأرضية. ثم يتابع بعد ذلك هبوطه بمعدل سرعة ثابت نسبيته السرعة الانتهاية.

مُقاومة الماء والهواء

نَبْذُلُ مَجْهُودًا كَبِيرًا فِي السَّبَاحَةِ . ذَلِكَ أَنَّ عَلَى السَّابِحِ أَنْ يَدْفَعَ الْمَاءَ مِنْ طَرِيقِهِ إِذْ يَسْبَحُ .
كَمَا أَنَّ هُنَاكَ إِحْتِكَاكَ بِالْمَاءِ الْمُنزَلِقِ عَلَى جَسْمِ السَّابِحِ ، وَالْمَاءِ الْمُدَوِّمِ وَرَاءَهُ وَالَّذِي يَشُدُّهُ
إِلَى الْوَرَاءِ . لِلْهَوَاءِ أَثَرُ الْمُقاوِمَةِ نَفْسُهُ ، لَكِنْ عَلَيْكَ أَنْ تَنْطَلِقَ بِسُرْعَةٍ قَبْلَ أَنْ تُحِسَّ فِعْلًا بِهِ .
عَلَى أَيِّ حَالٍ ، مُقاوِمَةُ الْمَاءِ أَوْ الْهَوَاءِ لَيْسَتْ بِلا حَسَنَاتٍ . لَوْ أَنَّ ذِرَاعِي
السَّابِحِ وَرِجْلَيْهِ يَنْزَلِقَانِ فِي الْمَاءِ مِنْ دُونِ مُقاوِمَةٍ ، لَمَا أَمَكَّنَهُ أَصْلًا
أَنْ يَدْفَعَ نَفْسَهُ إِلَى الْأَمَامِ !

إِصْنَعُ بَاراشوتًا

سَتَرَى كَيْفَ أَنَّ بَاراشوتًا بَسِيطًا
يُبطِئُ مِنْ سُرْعَةِ جَسْمٍ ساقِطٍ .

كَيْفَ يُبطِئُ
الْبَاراشوتِ مِنْ
سُرْعَةِ جَسْمٍ
ساقِطٍ؟



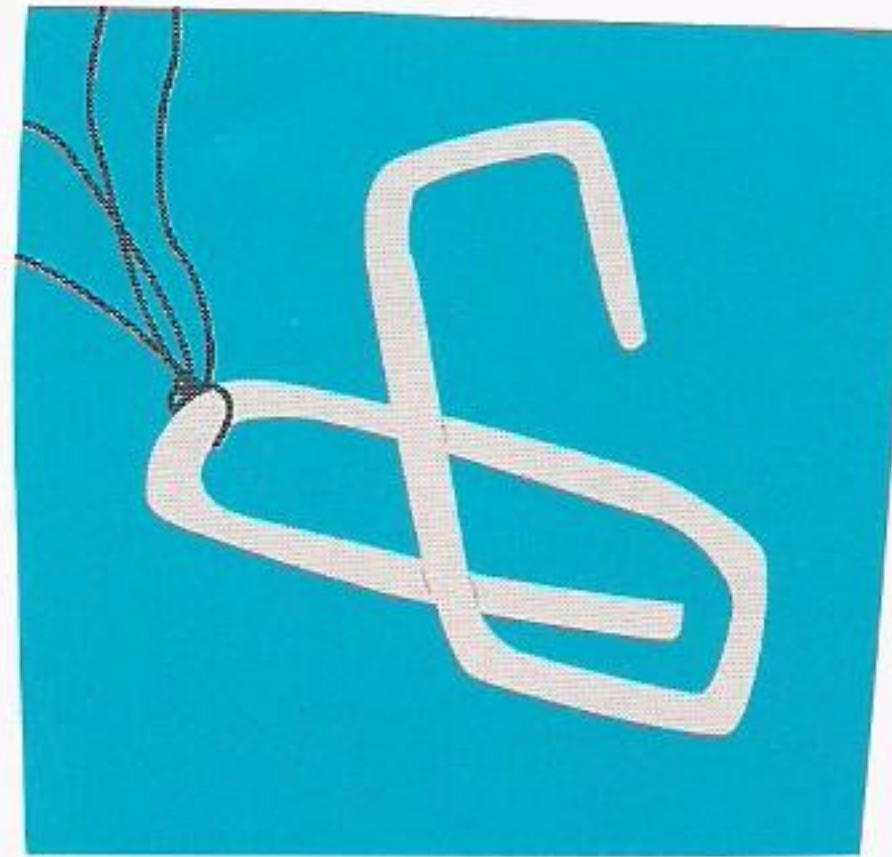
20

اللَّوْازِمُ

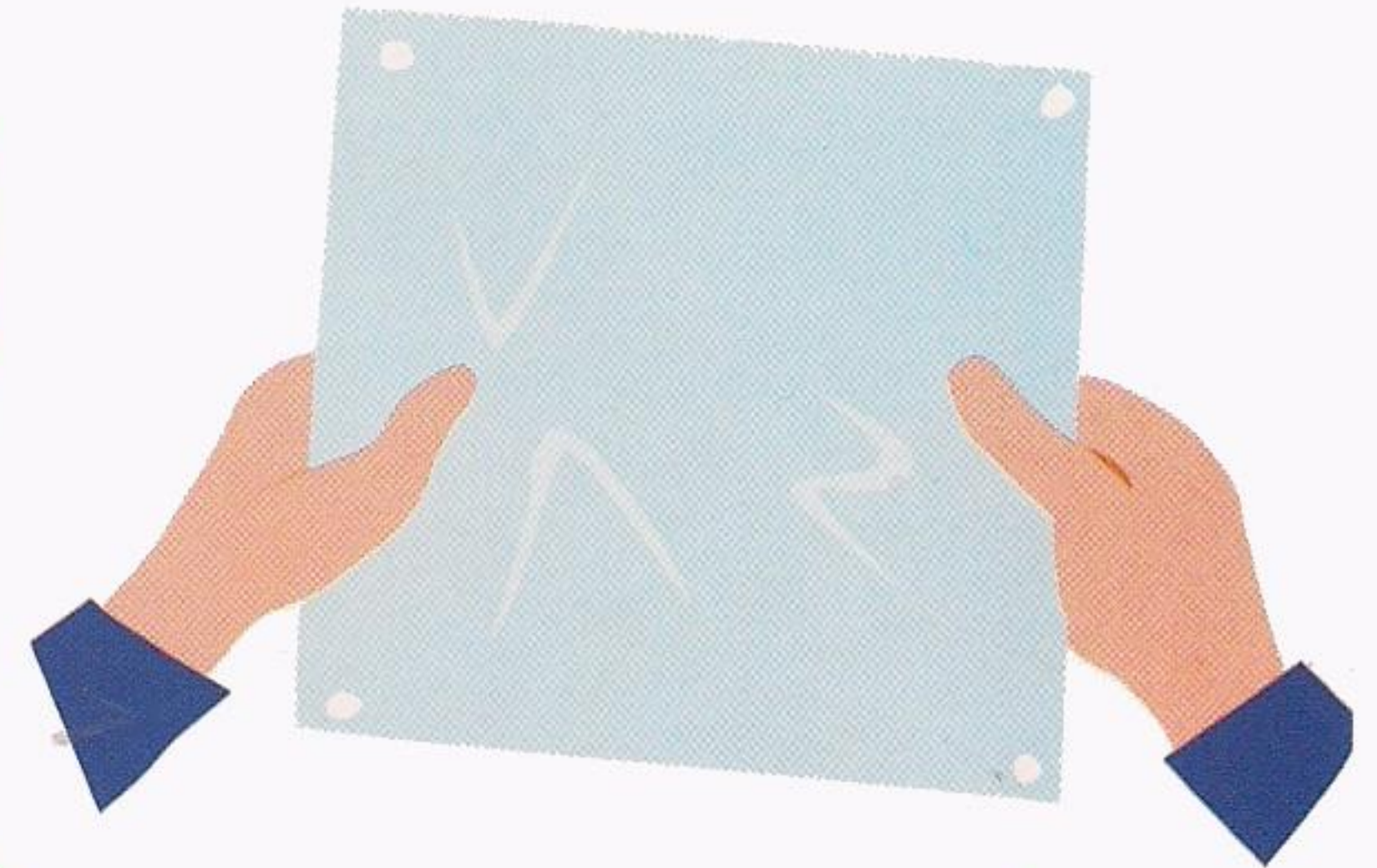
- ◆ كيس بلاستيكي
- ◆ خَيْطٌ
- ◆ مَقَصٌّ
- ◆ مِشْبِكٌ وَرَقٌ
- ◆ مِثْقَبٌ وَرَقٌ
- ◆ مَعْجُونٌ تُشَكِّلُ يُسْتخدَمُ وَرْتًا، أَوْ لَعْبَةٌ صَغِيرَةٌ تَكُونُ المِظْلِيَّ الهابِطِ .

4 أَسْقِطِ
الْبَاراشوتِ مِنْ
مَوْقِعٍ مُرتَفِعٍ
آمِنٍ وَأَنْظُرْ مَا
يَسْتغْرِقُهُ السُّقُوطُ
مِنْ وَقْتٍ .

2 إِرْبِطْ بِكُلِّ قُرْنَةٍ
خَيْطًا طَوْلُهُ 40 سَم .



3 إِرْبِطِ الْأَطْرَافَ السَّائِبَةَ مِنْ
الخُيُوطِ إِلَى مِشْبِكِ وَرَقٍ وَأَضِفْ
قَلِيلًا مِنْ مَعْجُونِ التَّشْكِيلِ ، أَوْ الْوِ
مِشْبِكِ الْوَرَقِ وَعَلِّقْ عَلَيْهِ المِظْلِيَّ
الَّذِي اخْتَرْتَهُ .



1 فَصِّلْ 30 سَم مُرَبَّعًا مِنْ
كَيْسِ بِلَاسْتِيكِيٍّ وَاثْقُبْهُ بِمِثْقَبِ
وَرَقٍ قَرِيبًا مِنْ كُلِّ مِنْ قُرْنِهِ
الْأَرْبَعِ .

مَاذَا حَدَثَ؟

تَعْمَلُ الْبَاراشوتَاتُ بِأَنَّ تَتَسَبَّبَ بِأَشَدِّ مَا يُمَكِّنُ مِنْ
مُقاوِمَةِ الْهَوَاءِ . الظُّلَّةُ الْكَبِيرَةُ الْمُقَوَّسَةُ تَحْتِسُّ تَحْتِهَا
الْهَوَاءَ فَيَضْغَطُ عَلَيْهَا فِي أَثْنَاءِ هُبُوطِهَا ضَغْطًا
صَاعِدًا . وَكَلَّمَا زَادَتْ سُرْعَةُ سُقُوطِ الْبَاراشوتِ
اشْتَدَّتِ الْقُوَّةُ الضَّاعِطَةُ صُعودًا مِمَّا يُوقِرُ هُبُوطًا آمِنًا .



نظرة إلى الماضي

طيار كرسى الحديدية

في العام 1982 قرّر لاري والتّرز أن يطير بطريقته الخاصة. ربّط 45 بالوناً مملوءاً بالهليوم إلى كرسى حديدية وأفلت نفسه في الهواء، آملاً أن يطفو قليلاً عن الأرض. لكنّه بدلاً من ذلك، اندفع في الجوّ إلى علو 3200 م. وبعد 14 ساعة من الرعب والبرد قضاها متجولاً في الجوّ، مرّ بجوار طائرة مسافرين، فأبلغ قائدها أنه شاهد رجلاً على كرسى حديدية يطير على علو 3200 م! أخيراً تمكّنت طائرة هليكوبتر من إنقاذه فوق البحر.



بالون الهواء الساخن

يُسَخَّنُ حَرَّاقٌ قوِيُّ الهواءِ داخلَ البالونِ. ويتسبّب الهواء الأبرد والأكثف في الخارج بدفع علوي، فيرتفع البالون في الجو. ويلزم الإبقاء على الهواء ساخنًا ليظلّ مرتفعًا في الجو، لذا تتواصل عملية التسخين.

الهليوم المحوم

إصنع أوزاناً متطابقةً بأن تُفصلَ من صينية الألمنيوم اطّراحيّة مُربّعاتٍ بقياس 2 سم × 2 سم. إستخدِم مِشْبَكَ وَرَقٍ مَفْتوحًا لِتَقْبَ فَتْحَةً فِي إِحْدَى قُرْنِ كُلِّ مِنَ الأوزانِ. إربِط مِشْبَكَ وَرَقٍ إِلى بِالونِ الهليومِ المربوطِ بِخَيْطٍ، وَالوِ المِشْبَكِ لِتَشْكَلَ مِنْهُ عَقْفَةً تُعَلِّقُ مِنْهَا الأوزانَ.

10

اللوازم

- ♦ بالون مملوء بالهليوم حديثاً (من النوع الذي يرتفع إلى السقف)
- ♦ مشابك ورق
- ♦ خيط دوّارة
- ♦ صينية الألمنيوم اطّراحيّة (تستعمل لمرة واحدة ثم تُطرح)

عَلِّقِ الأوزانَ الواحدَ

بعد الآخر إلى أن

ترى أن البالون لا

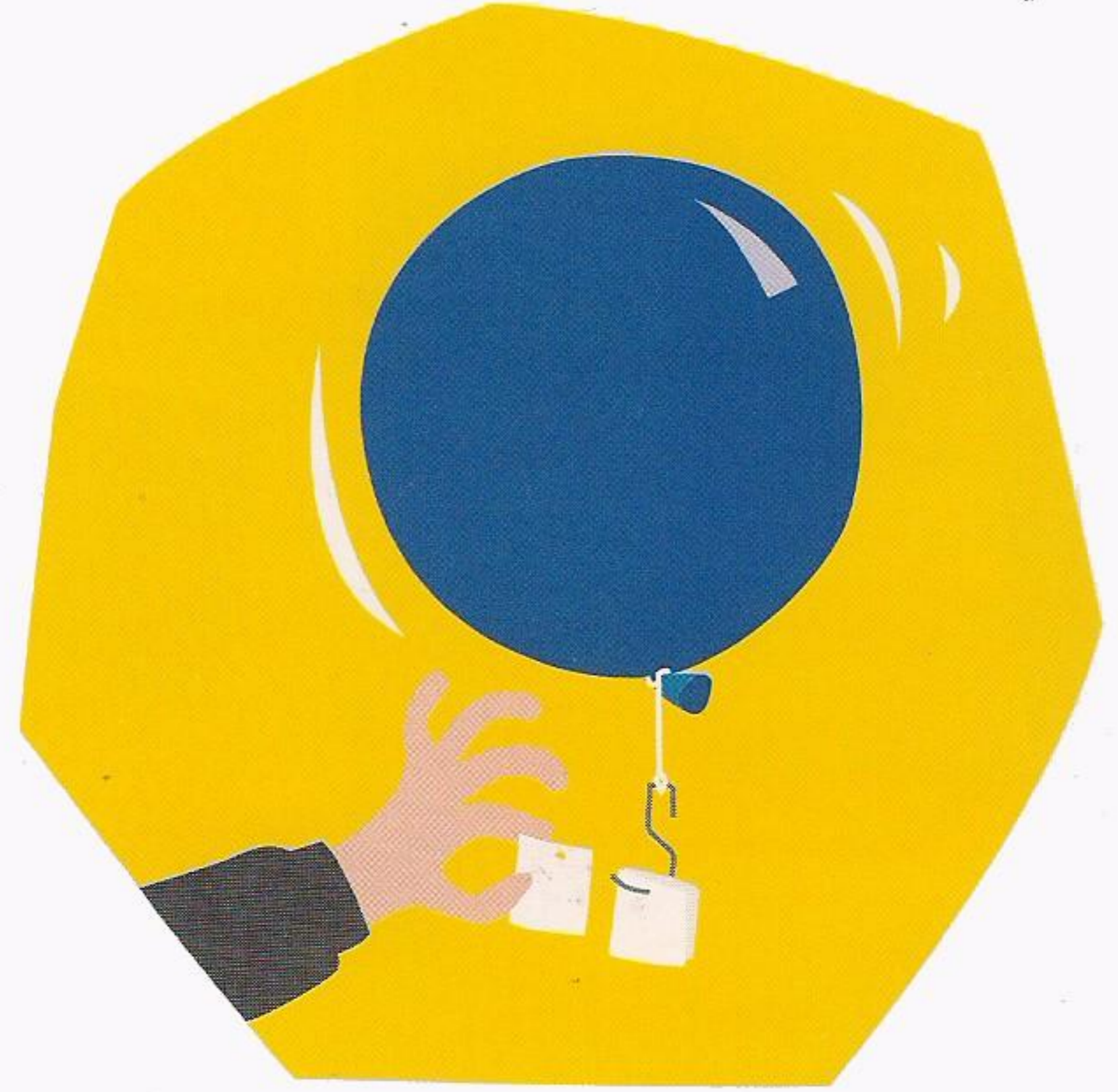
يستطيع أن يرفع

المزيد. عليك في كلّ

ساعةٍ أو نحوها أن تنزع

وزناً لتبقي البالون طافياً

في الهواء.



ماذا حدث؟

الهواء هو مزيج من غازات، يُشكّلُ التّروجين والأكسجين، وكلاهما أثقل من الهليوم، الجانب الأكبر منها. فالهليوم غاز خفيف للغاية. لذا فإنّ بالوناً مملوءاً بالهليوم يكون أخفّ من الهواء ويرتفع فيه. على أنّ جزيئات الهليوم دقيقة للغاية، ولهذا فإنّها تبدأ بعد حين بالتسرّب من البالون. وحين يتقلّص البالون يُصبح أثقل من الهواء فتشده الجاذبيّة عائدةً به إلى الأرض.

طَفُوْ فِي الْهَوَاءِ

نحن لا نرى الهواء، لذلك يسهل علينا نسيان أن للهواء وزناً. في الحقيقة، لجو الأرض وزن هائل - راجع تجربة ضغط الهواء في الصفحة 14. يتسبب الهواء على الأشياء، مثله مثل الماء، بضغط صاعد، نسميه دفعا علويًا أو دفعا رافعًا. صدق أو لا تصدق، إذا وضعت شيئًا على ميزان فإن وزنه يزداد إذا أنت فرغت المكان من الهواء، مثلما يزداد وزنك إذا فرغت مغطس الحمام من الماء. يطفو الشيء في الهواء، مثلما يطفو في الماء، إذا كانت قوة الدفع العلوي مساوية أو تزيد على وزنه.

إصنع بالون هواء ساخن

اللوازم
 20
 • طلحيات من ورق الشاش
 • مقص
 • غراء
 • مجففة شعر
 • قشاة شرب (شفاطات) قابلة للثني

يحتاج هذا البالون إلى دقة في الصنع، لكن التجربة مسلية للغاية! أطلب العون من راشد. حالما تصنع نموذجًا مصغرًا يمكنك صنع بالون كبير بالمحافظة على نسبة المقاييس.

1 اصنع لوح تفصيل، ثم فصل ثماني قطع من ورق الشاش على الشكل المبين.

3 أطلب من راشد أن يملأ البالون بهواء ساخن مستخدمًا مجففة شعر. إذا انقلب البالون رأسًا على عقب، قو الفتحة بأن تغرز حولها بضع قشاة شرب قابلة للثني.

ما الذي يجعل البالون يطير؟

ماذا حدث؟

يتمدد الهواء داخل البالون عند تسخينه، فيدفع بعضه من الفتحة. الآن تشغل الحيز نفسه داخل البالون كمية أقل من الهواء، وتكون كثافتها بالتالي أقل. ويتسبب الدفع العلوي للهواء الأبرد والأثقل حول البالون برفعه في الجو. وإذا يبرد الهواء داخل البالون تعود إليه كثافته العادية وثقله، فيعود البالون ويهبط إلى الأرض.

2 ألصق

الأطراف معًا لتبني بالونك، مستخدمًا أقل ما يمكن من غراء. لا يهم إذا أنت زمت ورق الشاش قليلًا للوصول إلى شكل البالون الصحيح، ما دام لا يوجد فجوات عند خطوط الوصل. يمكن استخدام رقعة مستديرة في أعلى البالون لسد أي فجوة.

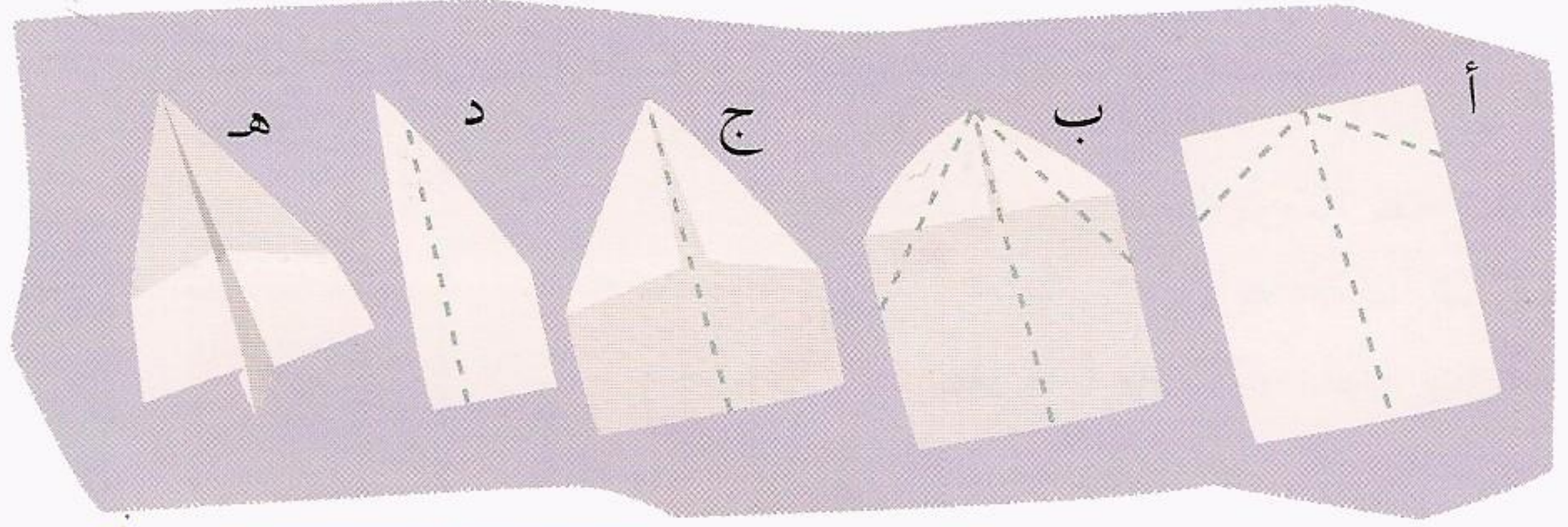
10

اللوازم

- ♦ ورقة
- ♦ مشبك ورق

إصنع طائرة شراعية

إتبع الرسم التخطيطي لتطوي الورقة. أضف مشبك ورق إلى الأنف أو مقدم الطائرة، ثم ازم طائرتك بلطف. جرّب تغيير موضع مشبك الورق لترى المكان المناسب الذي يُرسِلُ طائرتك إلى أبعد نقطة.



ماذا حدث؟

تطير الطائرة الشراعية مسافة طويلة لأن مقاومة الهواء تولد على الجناحين دفعا عُلويًا، مُعاكسًا دَفْعَ الجاذبية الأرضية.

ماذا يحدث

إذا صنعت طائرة
ضعف حجم هذه
الطائرة؟



اللوازم

10

- ♦ ورقة مقواة رقيقة
- ♦ قلم ومسطرة
- ♦ مقص
- ♦ مشبك ورق

إصنع طائرة جيروكوبتر

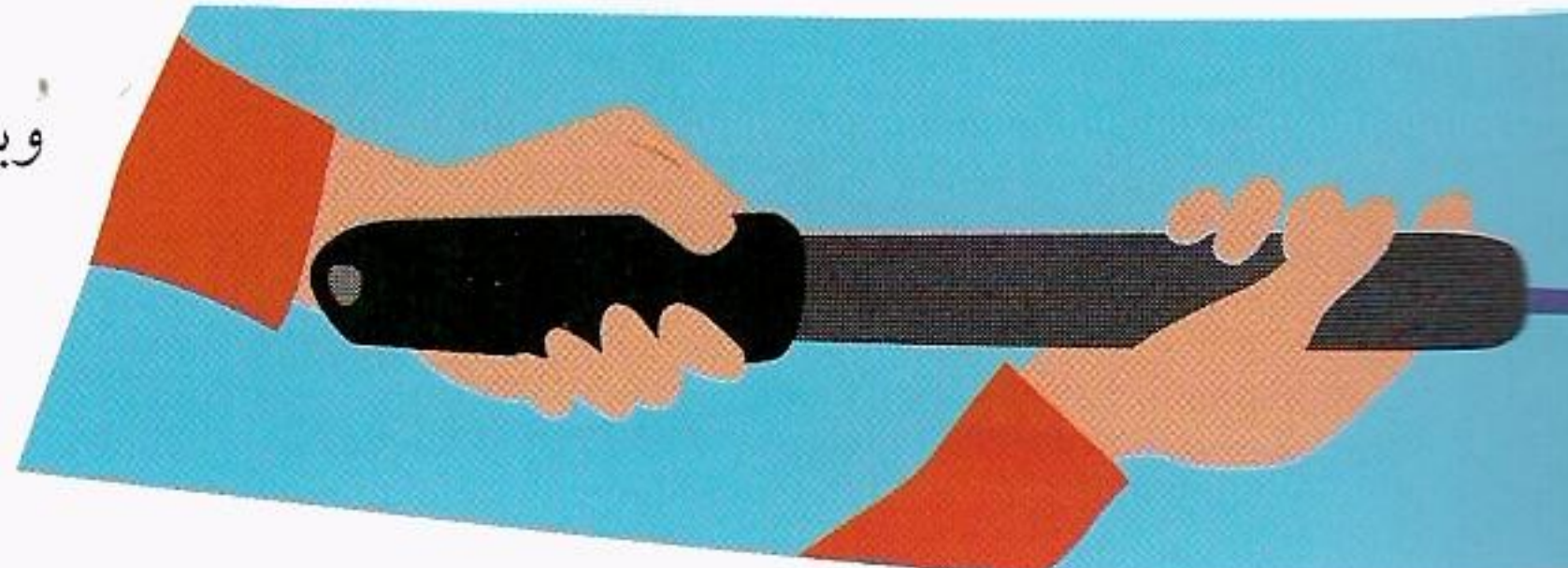
أرسم الشكل المبيّن. فصل الشقّين الجانبيين واظوهما لعمَلِ الجناحين. صلّ بأسفل طائرتك مشبك ورق ثم ازمها في الهواء.

ماذا حدث؟

الجيروكوبتر هي طائرة هليكوبتر من غير محرك. إذ تهوي الطائرة تتسبب مقاومة الهواء بتدويم الجناحين. ويولد الجناحان المدومان دفعا صاعداً يكون مُعاكسًا لاتجاه الجاذبية ويعمل على إبطاء السقوط. أشجار الجُمَيْرِ تنشر بهذه الطريقة بذورها. كلما كانت الجيروكوبتر أكبر كان سقوطها أبطأ.

ماذا حدث؟

إنّ صَخَّ الهواء في القنينة يزيد من الصَّغَطِ داخلها إلى أن يتغلَّبَ على قوَّةِ الاحتكاك التي تمسك القنينة في عنق القنينة. ويؤدي اندفاع الهواء والماء من القنينة إلى قوَّةِ ردِّ فعلٍ تدفع الصاروخَ علوًا في الجوّ.



الكندور الجوّال

الطيور هي سادة الأجواء. بإمكان طائر الكندور هذا أن يُصنِّقَ بجناحيه لينطلق ويعلو في الجوّ. وبإمكانه عندئذ أن ينزلق دون تصفيق بأجنحته مسافات طويلة. إن شكل جناحيه يولد دفعا عُلويًا، وبإمكانه أن يستمر في الطيران مُستخدِمًا التيارات الحرارية الصاعدة فيطير لساعات.



الطيران

هنالك طُرُقٌ أُخرى لإحداثِ قوَّةٍ دَفْعٍ عُلويَّةٍ على الأشياءِ وجَعْلِها تَطِيرُ، غيرَ طريقةِ الهواءِ الساخنِ أو غازِ الهليومِ الخفيفِ. الطُّيُورُ والحشراتُ الطائِرةُ تَخْفِقُ بأَجْنِحَتِها لترتفعَ، وتَدْفَعُ الهواءَ نُزولاً وإلى الوراءِ لتندفعَ إلى الأمامِ. تَستخدِمُ الطَّائِراتُ الفِكرةَ نفسَها، لكنَّ لها أَجْنِحَةً ثابتةً ومَراوِخَ أو مُحَرِّكاتٍ نفاثةً تَدْفَعُها إلى الأمامِ. وهي ترتفعُ في الجوّ بفِعلِ شكلِ أَجْنِحَتِها. أمَّا الصَّواريخُ فتَعمَلُ بِطَرْدِ غازاتٍ ساخنةٍ من جهةٍ ذَيلِها وهذا يُوَدِّي إلى اندِفاعِ الصَّاروخِ في الإِتجاهِ المُعاكِسِ، بقوَّةٍ رَدِّ الفعلِ، ويَحدُثُ ذلكَ حتَّى في الفِضاءِ الخالي من الهواءِ.

إِصْنَعِ صَاروخاً

هذا الصَّاروخُ المائيُّ مجالٌ تَسليَّةٌ وفائدةٌ، لكنَّكَ تَحتاجُ إلى راشدٍ لمُساعدتِكَ في صُنْعِهِ والإِشرافِ على إطلاقِهِ.

25 اللّوازم

- ♦ قنينةٌ مَشروباتِ فَوَّارةٍ بلاستيكيَّة
- ♦ فِلِينَةٌ قنِينَةٌ
- ♦ خَشَبٌ بَلَسًا وغِراءٌ قويٌّ
- ♦ مِثْقَابٌ ذو ريشةٍ صغيرةٍ
- ♦ مِثْفَاحٌ دَرَّاجَةٌ
- ♦ إبرَةٌ وُصْلَةٌ مُهايئةٌ، من النُّوعِ المُستخدَمِ لِنَفْخِ كُراتِ كُرَّةِ القَدَمِ أو كُرَّةِ السَّلَّةِ
- ♦ غِراءٌ

1 فَصِّلْ من خَشَبٍ

البَلَسًا ثلاثَ قِطَعٍ أو أربَعًا على الشَّكْلِ الذي تَراهُ إلى اليمينِ، وغَرِّها إلى القنِينَةِ. يُفترضُ أن يَقفَ الصَّاروخُ على هذه القِطَعِ. أتركِ الغِراءَ يَستَقِرُّ.

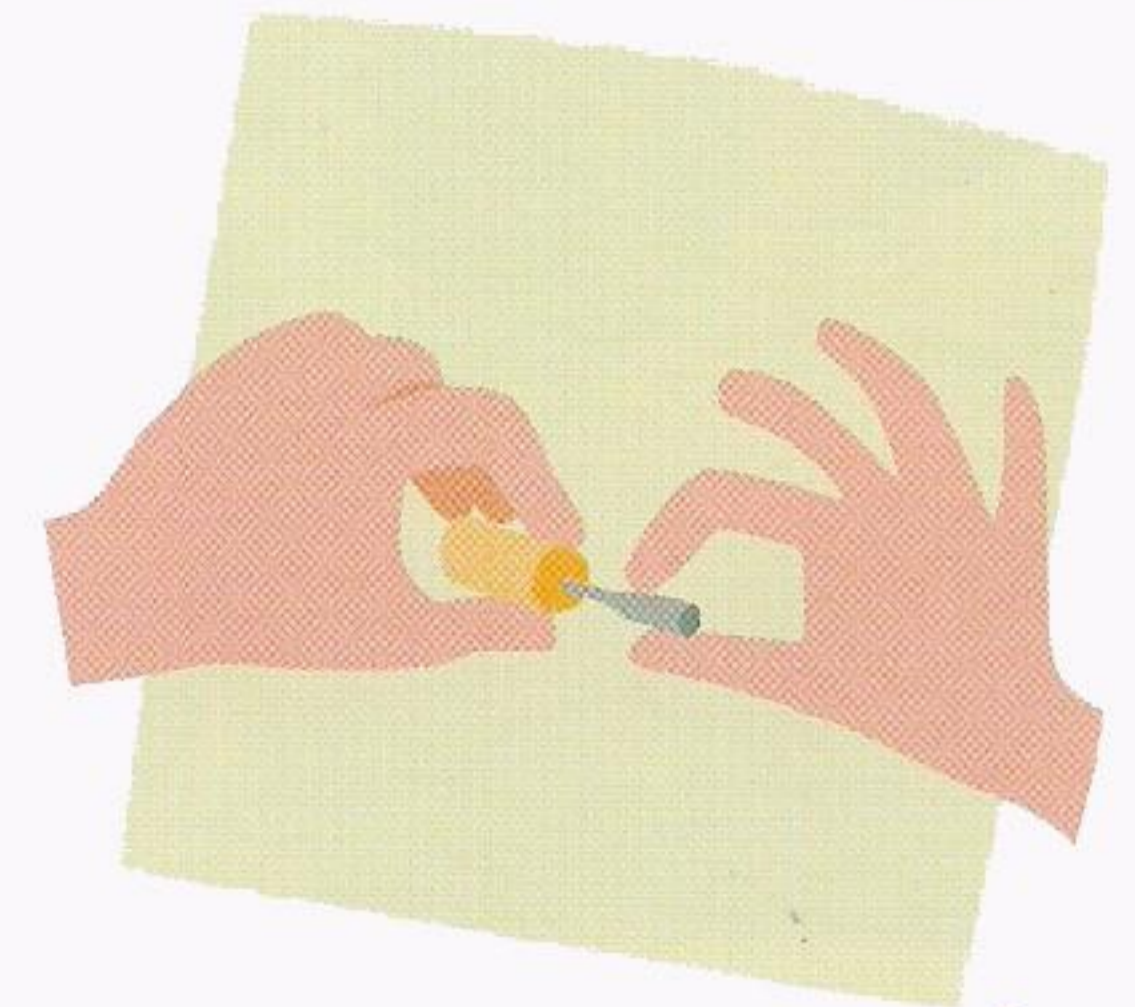


3 إِمْلَأِ القنِينَةَ إلى

نحو رُبُعِها بالماءِ واحشُرِ الفِلِينَةَ بقوَّةٍ.

4

خُذْ صاروخَكَ إلى مَوضِعٍ خالٍ في الهواءِ الطَّلِقِ، بعيدًا عن المَباني وأَسلاكِ الأعمدَةِ. صلِ المِثْفَاحَ بالوُصْلَةِ المُهايئةِ. أنفِخْ في القنِينَةِ هواءً. تابِعِ النَّفْخَ، مُبتعدًا قَدْرَ الإمكانِ إلى الوراءِ. سيَتزايدُ الضَّغْطُ داخلَ القنِينَةِ إلى أن تَطُقَّ الفِلِينَةُ خارجةً من القنِينَةِ، وَيَنطَلِقُ الصَّاروخُ!



2 أَطْلُبْ من راشدٍ أن يَعمَلَ في

الفِلِينَةَ ثَقْبًا صَغيرًا، وادفَعْ إبرَةَ الوُصْلَةِ المُهايئةِ داخلَها. يَنبغي أن تكونَ الإبرَةُ مَحشورةً لئلا يَتسَرَّبَ هواءٌ.

الرّوافع

5

اللّوازم

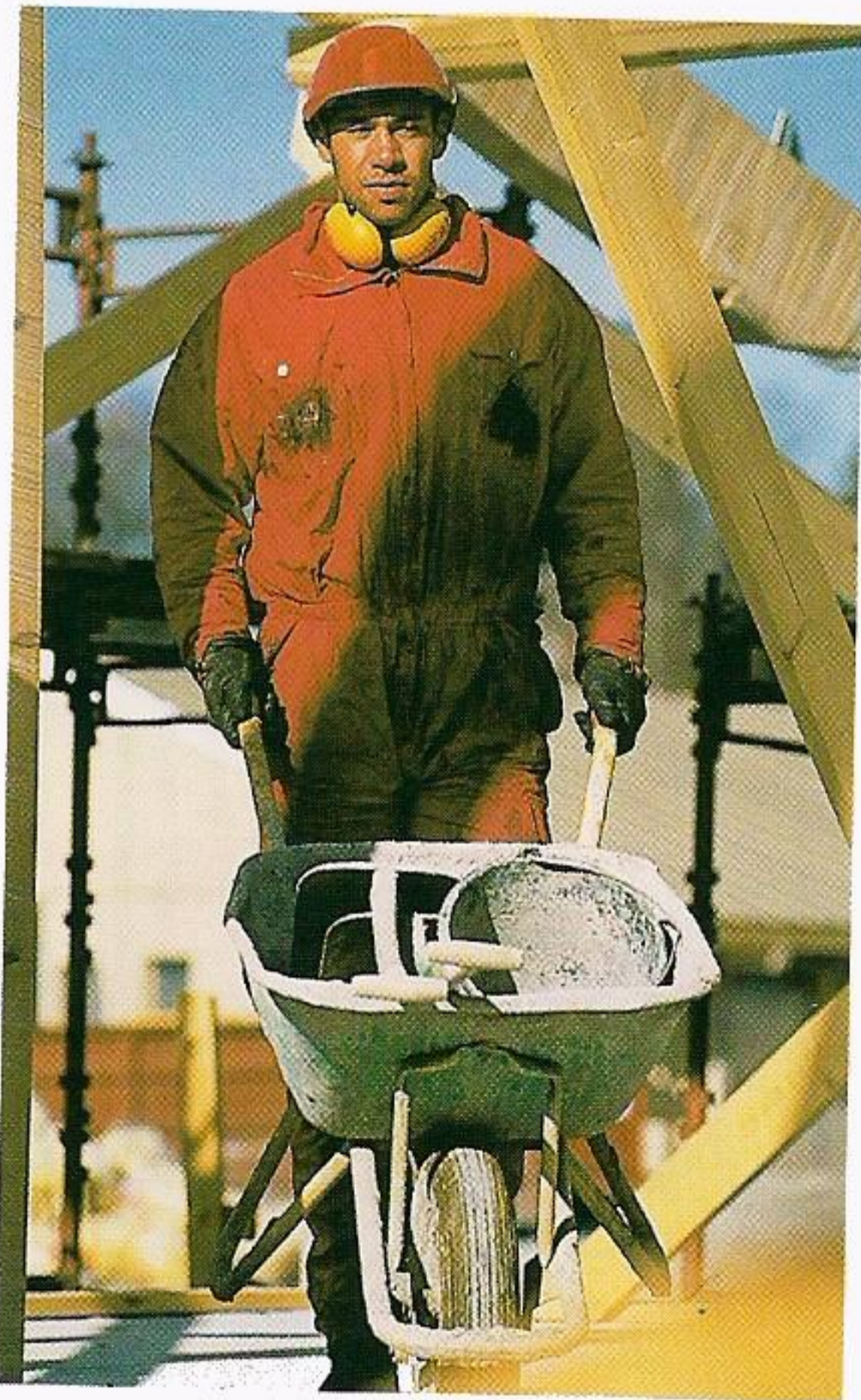
- ◆ غُلبَة ذات غِطاء مُحكَم،
- ◆ مِثْلُ غُلبَة كاكاو
- ◆ مِلْعَقَة صَغِيرَة
- ◆ مِلْعَقَة كَبِيرَة

أطُلبُ من راشدٍ أن يقرَع غِطاءَ العُلبَة ليُصِبحَ مُحكَمًا للغاية . جَرَّبَ رَفَعَهُ أوَّلًا بيَدِ مِلْعَقَةٍ صَغِيرَةٍ ثمَّ بيَدِ مِلْعَقَةٍ كَبِيرَةٍ . إنْتَبِهْ لثَلَا تَلويَ أيًّا من المِلْعَقَتَيْنِ .



ماذا حَدَثَ ؟

كلِّما زادَ طولُ الرّافعةِ، عَظُمَتِ القوَّةُ التي يُمكنُ أن تَبْدُلَها. إنَّ يَدَ المِلْعَقَةِ رافِعَةٌ وحافَّةُ العُلبَة هي المُرْتَكِزُ. عندما تَضَعُطُ على المِلْعَقَةِ، تَتَحَرَّكُ يَدُكَ مِساْفَةً طَوِيلَةً بِقوَّةٍ قَلِيلَةٍ. الطَّرْفُ الأخرُ لليَدِ يَدْفَعُ الغِطاءَ إلى أعلى مِساْفَةً قَصِيرَةً بِقوَّةٍ كَبِيرَةٍ.



رافِعُ الأحمال

عَرَبَةُ اليَدِ تُكَبِّرُ القوَّةَ أيضًا. العَجَلَةُ هي المُرْتَكِزُ والمِسْكَتانِ هما الرّافعةُ. بإمكانِكَ إذ تَرَفَعُ المِسْكَتَيْنِ مِساْفَةً طَوِيلَةً بِقوَّةٍ قَلِيلَةٍ أن تَرَفَعُ جِمالًا ثَقِيلًا عن الأرضِ مِساْفَةً قَصِيرَةً بِقوَّةٍ كَبِيرَةٍ.

إِصْنَعُ بَكْرَةَ مُزدوِجَةَ

20

اللّوازم

- ◆ أربَعُ بَكَراتِ خُيوطٍ
- ◆ عَلاَقَةُ ثِيابِ سِلْكِيَّةٍ
- ◆ خَيْطُ دَوِبارَة
- ◆ دَلْوُ لُعبَة وِبعضُ الأَشياءِ لِتُوضَعَ فيه
- ◆ قِطَاعةُ أسلاكٍ

إِسألُ راشدًا أن يَقرِصَ عَلاَقَةَ ثِيابٍ إلى قِطَعَتَيْنِ وَالوهِما لِتَعلِيقِ البَكَراتِ والدَّلْوِ، كما هو مُبَيَّنٌ. عَلِّقِ السِّلَكَ من غيرِ الدَّلْوِ من خُطَافٍ، وارِبطِ خَيْطَ الدَّوِبارَةِ كما تَرى ثمَّ أسلِكُهْ حَولَ البَكَراتِ كُلِّها. جَرِّبْ أن تَرَفَعَ بعضَ الأوزانِ في بَكَرتِكَ المُزدوِجَةِ.

كيفَ يُمكنُكَ رَفَعُ الدَّلْوِ مُستخدِمًا البَكْرَةَ المُزدوِجَةَ؟



ماذا حَدَثَ ؟

البَكْرَةُ المُزدوِجَةُ تَعمَلُ بالطَّرِيقَةِ التي عَمِلَتَ بها تَجرِبَةُ المِكنَسَةِ. إنَّ شَدَّ الخَيْطِ مِساْفَةً طَوِيلَةً بِقوَّةٍ قَلِيلَةٍ يَرَفَعُ وَرْنا مِساْفَةً قَصِيرَةً بِقوَّةٍ كَبِيرَةٍ، لِذا يَسهُلُ رَفَعُ الدَّلْوِ.

مُكَبَّرَةُ الْقُوَى

الرَّوَاغُ وَالْبَكَرَاتُ تُكَبِّرُ الْقُوَى ، أَوْ تُضَخِّمُهَا . كَيْفَ تَنْزِعُ غِطَاءَ عُلْبَةِ دِهَانٍ ؟ تَسْتَخْدِمُ مِفْكَ بَرَاغِيٍّ أَوْ مَا أَشْبَهَ كَعْتَلَةٍ . فَكَّرْ فِي مِقْبَضِ الْبَابِ . تُحَرِّكُ الْمِقْبَضَ مَسَافَةً طَوِيلَةً لِتُحَرِّكَ لِسَانَ الْقُفْلِ مَسَافَةً قَصِيرَةً وَيَنْغَلِقُ الْبَابُ . وَهَذَا مَا نَقْصِدُهُ بِمُكَبَّرَةِ الْقُوَى . تُسْتَخْدِمُ قُوَّةَ صَغِيرَةٍ فِي تَحْرِيكِ طَرَفٍ مَسَافَةً طَوِيلَةً ، وَيَنْتِجُ عَنْ ذَلِكَ فِي الطَّرَفِ الْآخِرِ قُوَّةَ كَبِيرَةٍ تُحَرِّكُ شَيْئًا مَسَافَةً قَصِيرَةً .

قُوَّةُ الْبَكَرَاتِ

أَفْرِحْ أَصْدِقَاءَكَ وَأَرْهَبْ حُصُومَكَ بَعْرِضِ قُؤَاكِ الْخَارِقَةِ!

اللَّوَازِمُ

10

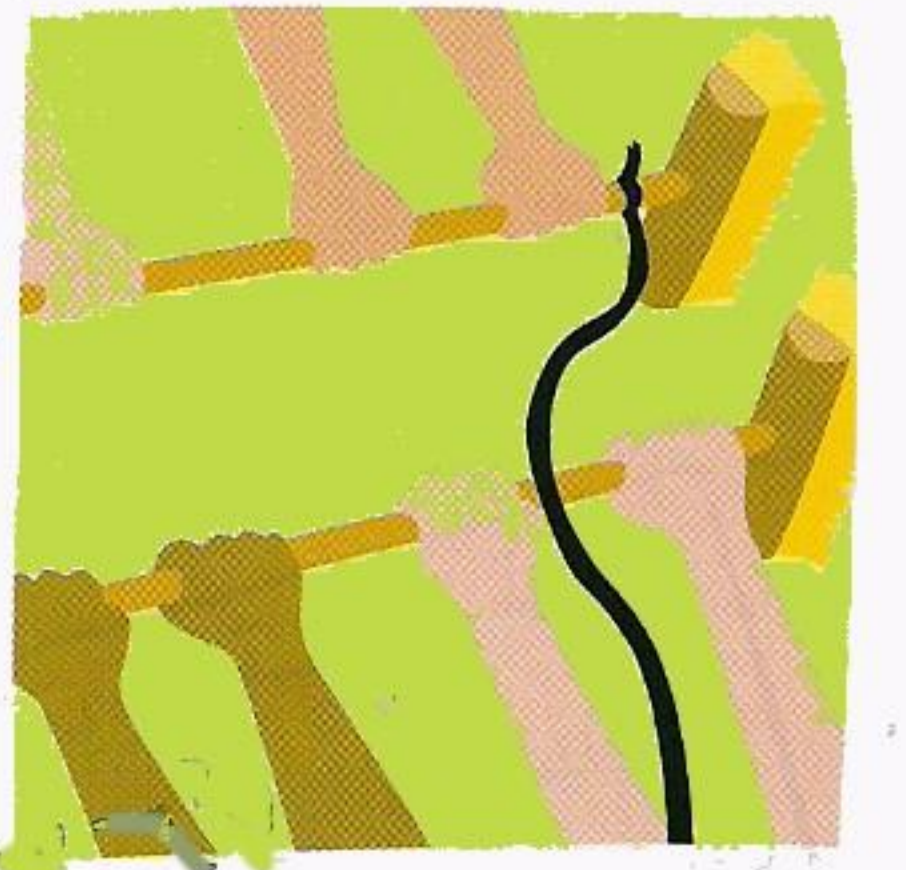
- مِكَنَسَتَانِ أَوْ مِمْسَحَتَانِ
- حَبْلٌ طَوِيلٌ بَضْعَةُ أَمْتَارٍ
- مَسْحُوقُ الطَّلَقِ
- بَضْعَةُ أَصْدِقَاءٍ



1 إِعْقِدِ الْحَبْلَ قَرِبَ أَحَدِ طَرَفَيْ مِكَنَسَةٍ .



2 غَبَّرْ مِسْكَةً كُلِّ مَنْ الْمِكَنَسَتَيْنِ بِمَسْحُوقِ الطَّلَقِ لِلتَّخْفِيفِ مِنَ الْإِحْتِكَالِ .



3 أَطْلُبْ مِنْ صَدِيقَيْنِ أَوْ حَتَّى أَرْبَعَةِ أَصْدِقَاءٍ أَنْ يَمْسِكُوا الْمِكَنَسَتَيْنِ مُتَبَاعِدَتَيْنِ قَلِيلًا .

4 أَسْلِكِ الْحَبْلَ حَوْلَ

الْمِكَنَسَتَيْنِ كَمَا تَرَى . إِمْسِكِ طَرَفَ الْحَبْلِ السَّائِبِ . قُلْ لِأَصْدِقَائِكَ أَنْ يُحَاوِلُوا بِكُلِّ قَوَاهِمِ أَنْ يُبْقُوا الْمِكَنَسَتَيْنِ مُتَبَاعِدَتَيْنِ بَيْنَمَا تَقُومُ أَنْتِ بِالتَّقْرِيبِ بَيْنَهُمَا بِجُهْدٍ قَلِيلٍ !

مَاذَا حَدَثَ ؟

الطَّرِيقَةُ الَّتِي يَلْتَفُّ بِهَا الْحَبْلُ حَوْلَ الْمِكَنَسَتَيْنِ ، تَجْعَلُكَ قَادِرًا عَلَى أَنْ تَشُدَّ طَرَفَ الْحَبْلِ السَّائِبِ مَسَافَةً طَوِيلَةً بِمَجْهُودٍ قَلِيلٍ مِمَّا يَنْتِجُ عَنْهُ فِي الطَّرَفِ الْآخِرِ لِلْحَبْلِ قُوَّةٌ كَبِيرَةٌ تُقَرِّبُ بَيْنَ الْمِكَنَسَتَيْنِ مَسَافَةً قَصِيرَةً .

صُنِعَ الْمُسَنَّنَات

عَلَّمَ مَرَكَزَ كُلِّ غِطَاءٍ واطْلُبْ من راشدٍ أن يَنْقُبَهُ .
عَرَّ بَكَرَةَ خُيُوطٍ على كُلِّ غِطَاءٍ بحيث يكون ثَقْبُ
الغِطَاءِ وِفَتْحَةُ البَكَرَةِ على خِطِّ واحدٍ . مَطَّ رِبَاطًا
مَطَّاطِيًّا سَمِيكًا حول حَاقَّةِ كُلِّ غِطَاءٍ لَتَشُدَّهُ .

إِغْرَزْ مِسْمَارَيْنِ في الوَرَقَةَ المَقْوَاةَ ،
واجْعَلِ المسَافَةَ بينهما بحيث تَتَمَاسُ
حَاقَّتَا الغِطَاءَيْنِ حين تُدْخِلُ كَلًّا
منهما في مِسْمَارٍ . أَدِرِ الغِطَاءَ
الكَبِيرَ ولاحظْ كيف أنَّ الغِطَاءَ
الصَّغِيرَ يَبْدَأُ بالدَّوْرَانِ . جَرِّبْ
بِضْعَةَ أَحْجَامٍ مُخْتَلِفَةٍ منَ
الأَغْطِيَةِ - بل إنَّ بإمكانِكَ
أن تَصِفَّ ثَلَاثَةَ أَغْطِيَةٍ ، الواحدِ
مُلاَمِسًا للآخرِ . عليك أن تُغَيِّرَ
مَوْضِعَ المِسْمَارِ في كُلِّ مَرَّةٍ تُغَيِّرُ الغِطَاءَ .



اللَّوْازِم

20

- ♦ أَرِبْطَةٌ مَطَّاطِيَّةٌ عَرِيضَةٌ
- ♦ وَرَقَةٌ مَقْوَاةٌ سَمِيكَةٌ
- ♦ مِطْرَقَةٌ وَمِسْمَارَانِ بِطُولِ 4 سَم
- ♦ بَكَرَاتُ خُيُوطٍ
- ♦ أَغْطِيَةٌ مَرَطَّبَانَاتٍ (بِرَطْمَانَاتٍ) بِأَحْجَامٍ مُخْتَلِفَةٍ

ماذا حَدَثَ ؟

هذه التَّجْرِبَةُ تُشْبِهُ المُسَنَّنَ العُلُويَّ في
دَرَاجَةٍ ، لكن من دون سلسلَةٍ تُصِلُ بين
عَجَلَاتِ المُسَنَّنَاتِ . إنَّ تَدْوِيرَ العَجَلَةِ
الكَبِيرَةِ بِبُطءٍ يُدَوِّرُ العَجَلَةَ الصَّغِيرَةَ بِسُرْعَةٍ
في اتِّجَاهٍ مُعَاكِسٍ ، من غيرِ قوَّةٍ زائدةٍ .
بإمكانِكَ أن تُحوِّلَ ذلك إلى نَمُودَجٍ منَ
المُسَنَّنِ السُّفْلِيِّ بأن تَسْتَخْدمَ العَجَلَةَ
الصَّغِيرَةَ لتَدْوِيرِ العَجَلَةِ الكَبِيرَةِ . الآن تَدَوِّرُ
العَجَلَةَ الكَبِيرَةَ بِبُطءٍ بِمَجْهُودٍ كَبِيرٍ .

نَظْرَةٌ إلى المَاضِي

كروْنومِتر هاريسون

لا تَقْتَصِرُ الفَائِدَةُ منَ المُسَنَّنَاتِ على المَمَكِنَاتِ الكَبِيرَةِ مثلِ الدَّرَاجَاتِ . تُسْتَخْدمُ ميكَانيكِيَّةُ المُسَنَّنَاتِ
في تَدْوِيرِ عَقَارِبِ أنواعٍ منَ السَّاعَاتِ بِالسُّرْعَةِ المُنَاسِبَةِ وَبِدِقَّةٍ بِالغَةِ . أوَّلُ سَاعَةٍ مَحْمُولَةٍ دَقِيقَةً بَنَاهَا
السَّاعَاتِيّ الإنْجِلِيزِيّ جون هاريسون قبل نحو 250 سنةً وَعُرِفَتْ بِاسْمِ كروْنومِتر هـ 4 . كانت تلك
السَّاعَةُ بِمُسَنَّنَاتِهَا وَنَوَابِضِهَا المُعَقَّدَةَ تُعْطِي الوَقْتَ الصَّحِيحَ حَتَّى على مَتَنِ السُّفْنِ التي تَجُوبُ
المُحيطاتِ . وكان ذلك تَقْدَمًا مُدهِشًا . فالمعرفةُ الدَّقِيقَةُ للوقتِ تُتِيحُ لِلبَحَّارَةِ أن يُعَيِّنُوا بِدِقَّةٍ
مَوْضِعَهُمْ في البَحْرِ . لَقَدْ صَرَفَ هاريسون 40 سنةً من حَيَاتِهِ في تَطْوِيرِ سَاعَةِ الكروْنومِتر هـ 4 ، لكن
نالَ لِقَاءَ ذلك مُكَافَأَةً مُجْزِيَةً مِقْدَارُهَا 18 000 جِنِيهِ إِسْتِرْلِينِيٍّ وكان ذلك آنذاك ثَرَوَةً كَبِيرَةً .



الدَّرَاجَةُ السَّرِيعَةُ

فازَ كَرِس بورْدْمَن في العام 1992
بالميداليَّةِ الذَّهَبِيَّةِ على دَرَاجِيَّةِ
الفائِقةِ الخِفَّةِ . أسنانُ المُسَنَّنِ
الأماميِّ في السَّلسلَةِ أكبرُ بكثيرٍ من
أسنانِ الدَّوْلَابِ الخَلْفِيِّ ، ممَّا يُعْطِي
قُدْرَةَ تَعْشِيقٍ ، أو تَسْنِينٍ ، عَالِيَةً .
للدَّرَاجَةِ وللدَّرَاجِجِ نَفْسُهُ خُطُوطٌ
انسيابِيَّةٌ تُسَاعِدُ على الانزِلاقِ
بسهولةٍ عبرِ الهَوَاءِ .



المُسَنَّنَات

المُسَنَّنَاتُ أَوْ التُّرُوسُ هِيَ عَجَلَاتُ مُسَنَّنَةِ الْحَاقَّةِ . يُمَكِّنُ وَصْلُ الْعَجَلَاتِ الْمُسَنَّنَةِ مَعًا عَلَى نَحْوِ مُبَاشِرٍ أَوْ يُمَكِّنُ وَصْلَهَا بِوَاسِطَةِ سَلْسَلَةٍ . يُمَكِّنُ اسْتِخْدَامَ الْمُسَنَّنَاتِ ، بِحَسَبِ حَجْمِهَا ، كَمُكَبِّرِ قُوَّةٍ أَوْ مُكَبِّرِ حَرَكَةٍ . وَالْمُسَنَّنَاتُ تُسْتخدَمُ فِي أَنْوَاعِ الْمَكِينَاتِ الْمُخْتَلِفَةِ لِتَغْيِيرِ السَّرْعَةِ أَوْ اتِّجَاهِ الْحَرَكَةِ . السِّيَّارَاتُ وَالذَّرَاجَاتُ تَلْزِمُهَا الْمُسَنَّنَاتُ فِي الصُّعُودِ وَالهُبُوطِ وَلِلانْتِطَاقِ بِسُرْعَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ .

مُسَنَّنَاتُ الذَّرَاجَاتِ

تُريكَ هَذِهِ التَّجْرِبَةُ أَثَرَ الْمُسَنَّنَاتِ عَلَى حَرَكَةِ الذَّرَاجَةِ .

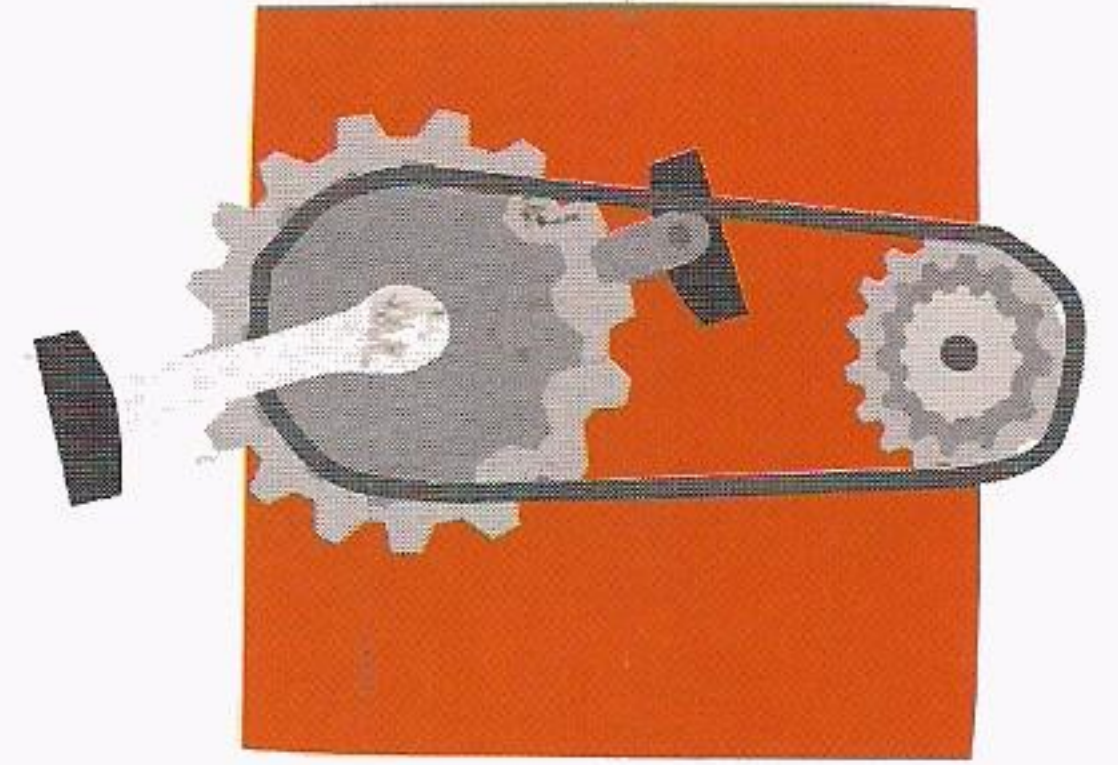
اللَّوْازِمُ

10

- ♦ ذَرَّاجَةٌ ذَاتُ مُسَنَّنَاتٍ
- ♦ شَرِيْطَ قِيَاسٍ
- ♦ طَبَاشِيرٍ
- ♦ مَسَلَكٌ هَادِيٌّ وَأَمِنٌ لِدَرَّاجَتِكَ يُمَكِّنُكَ إِجْرَاءَ التَّجْرِبَةِ فِيهِ



2 ضَعْ عِلَامَةً بِالطَّبَاشِيرِ حَيْثُ تَمَسُّ الْعَجَلَةَ الْخَلْفِيَّةُ الْأَرْضَ .



1 ضَعِ الذَّرَاجَةَ عَلَى الْمُسَنَّنِ السُّفْلِيِّ .

كَيْفَ تَعْمَلُ
مُسَنَّنَاتُ
الذَّرَاجَاتِ؟



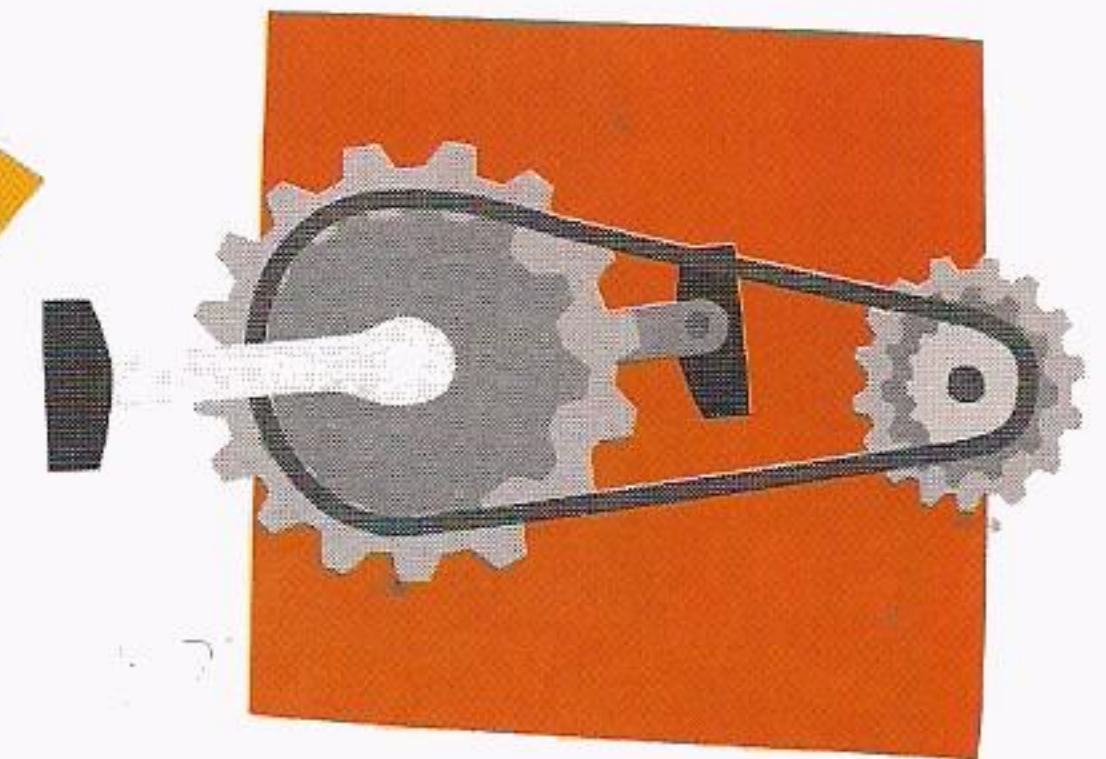
3 دَوِّرِ الدَّوَّاسَةَ عَلَى مَهْلِ دَوْرَةٍ وَاحِدَةٍ ، مُحَرِّكًا ذَرَّاجَتَكَ إِلَى الْأَمَامِ بِخَطِّ مُسْتَقِيمٍ . ضَعْ عِلَامَةً أُخْرَى حَيْثُ تَمَسُّ الْعَجَلَةُ الْخَلْفِيَّةُ الْأَرْضَ . قِسْ الْمَسَافَةَ بَيْنَ الْعِلَامَتَيْنِ .

مَاذَا حَدَثَ ؟

يَعْمَلُ الْمُسَنَّنُ السُّفْلِيُّ كَمُكَبِّرِ قُوَّةٍ . وَهُوَ بَطِيءٌ جَدًّا عَلَى الْأَرْضِ الْمُنْبَسِطَةِ ، لَكِنَّهُ مُنَاسِبٌ لِلْمُرْتَفَعَاتِ . الدَّوَّاسَتَانِ تَدُورَانِ بِسُرْعَةٍ بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ الْعَجَلَةِ . الْمُسَنَّنُ الْعُلْوِيُّ هُوَ لِقِيَادَةِ الذَّرَاجَةِ فِي الْمُنْحَدَرَاتِ أَوْ لِلانْتِطَاقِ بِسُرْعَةٍ فِي الْأَرْضِ الْمُنْبَسِطَةِ . يَدُورُ الْمُسَنَّنُ بِسُرْعَةٍ بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ الدَّوَّاسَتَيْنِ ، لَكِنْ بِقُوَّةٍ أَقَلَّ بِكَثِيرٍ .

4 ضَعِ الذَّرَاجَةَ

عَلَى الْمُسَنَّنِ الْعُلْوِيِّ وَكَرِّرِ التَّجْرِبَةَ . كَمْ تَكُونُ الْمَسَافَةُ الْآنَ ؟



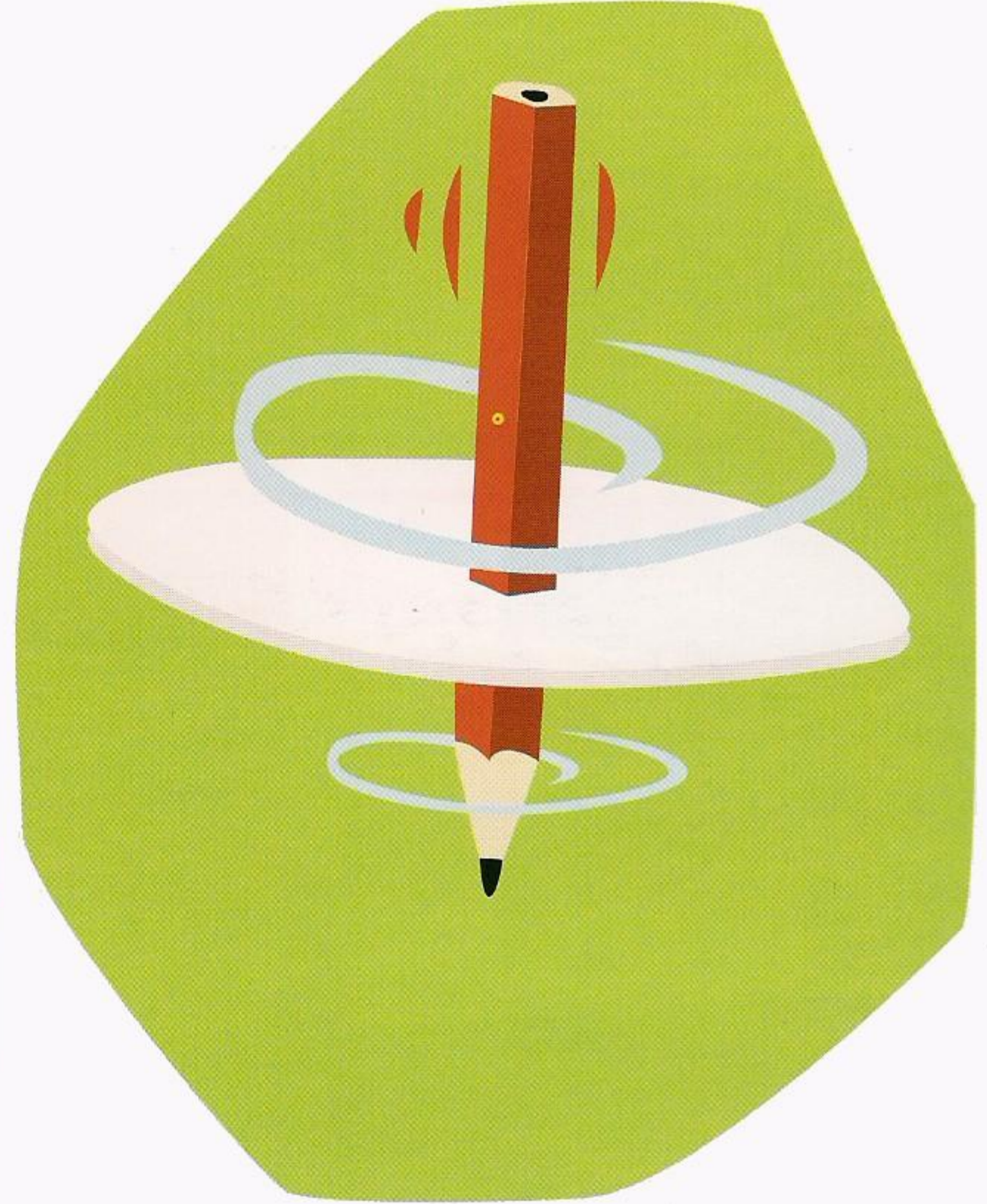
إِصْنَعْ قُرْصًا دَوَّارًا

أرْسُمْ دَائِرَةً عَلَى وَرَقَةٍ مُقَوَّاةٍ
وَقَصِّلْهَا. إِغْرِزْ بِأَنَاةٍ ظَرْفَ
القَلَمِ المُرْوَسِ فِي مَرَكَزِ
الدَّائِرَةِ. أَبْرُمِ القَلَمَ عَلَى
سَطْحِ مُنْبَسِطٍ أَمْلَسَ.

اللَّوْازِمُ

- رُقَاقَةٌ پِلَاسْتِيكٌ قَاسِيَةٌ
- فَرَجَارٌ
- مَقْصٌّ
- قَلَمٌ

10



مَاذَا حَدَثَ؟

الأجسامُ المَدْوَمَةُ مِثْلُ العَجَلَاتِ وَالجِيروسكوبِ، أَوْ
البوصلةِ الدَّوَّارَةِ، تُقاوِمُ المِيلَانَ. هَذَا يَجْعَلُهَا شَدِيدَةً
الإِسْتِقْرَارَ وَالتَّوَازِينَ. القُرْصُ الدَّوَّارُ سَيَجْعَلُ القَلَمَ يَتَوَازَنُ عَلَى
رَأْسِهِ، خِصُوصًا إِذَا أَمَكْنَ الحِفاظُ عَلَى مَرَكَزِ الثَّقَلِ مُنْخَفِضًا
بِجَعْلِ القُرْصِ قَرِيبًا مِنْ أَسْفَلِ القَلَمِ.

رُكْبَةٌ فِي مَدِينَةِ المِلاهِ

أَلْعَابُ مَدِينَةِ المِلاهِ الدَّوَامِيَّةُ تَعْمَلُ بِالتَّشْوِيشِ عَلَى إِحْسَابِكَ
بِالجاذبيَّةِ. هَذِهِ اللَّعْبَةُ تُدَوِّمُ الرَّاكِبِينَ، مِثْلَمَا يَفْعَلُ دَلْوُ المَاءِ، بَحَيْثُ لَا
يَسْتَطِيعُونَ أَنْ يُمَيِّزُوا بَيْنَ فَوْقٍ وَتَحْتَ. أَجْسَامُهُمْ تُحَاوِلُ أَنْ تَنْدَفِعَ فِي
خَطِّ مُسْتَقِيمٍ، لَكِنَّ الرُّكْبَةَ تَشُدُّهُمْ فِي حَرَكَةٍ دَائِرِيَّةٍ مُتَواصِلَةٍ.

ماء مُضادَّ للجاذبيَّة

إرْبِطْ خَيْطَ الدَّوْبَارَةِ بِمَسْكَةٍ
الدَّلْوِ. اِمْلَأِ الدَّلْوَ إِلَى نِصْفِهِ
بِالماءِ. اِمْسِكِ الخَيْطَ وارْزَعْ
الدَّلْوَ بِحَيْثُ يَرْتَفِعُ قَلِيلًا عَنْ
الأَرْضِ. اِبْدَأْ بِتَدْوِيرِ الدَّلْوِ،
بِبطءٍ أَوَّلًا ثُمَّ أَسْرَعِ فَاسْرَعِ. راقِبْ
مَاذَا يَحْدُثُ لِلْماءِ إِذْ يَرْتَفِعُ الدَّلْوُ.

اللَّوْازِمُ

- دَلْوٌ صَغِيرٌ بِمَسْكَةٍ
- خَيْطٌ دَوْبَارَةٌ مَتِينٌ أَوْ حَبْلٌ
- مَنطِقَةٌ خَالِيَةٌ مِنْ حَوْلِكَ

10



مَاذَا حَدَثَ؟

تَوَثَّرَ القُوَّةُ الجاذِبَةُ بِالسَّوائِلِ أَيْضًا. إِذْ يُدَوِّمُ الدَّلْوُ يَسْعَى
الماءُ لِلتَّحَرُّكِ فِي خَطِّ مُسْتَقِيمٍ. وَيَواصِلُ قَاعُ الدَّلْوِ دَفْعَ
الماءِ إِلَى الدَّاخِلِ صَوْبَ وَسَطِ الدَّائِرَةِ وَيَنْضَعُطُ المَاءُ عَلَى
قَاعِ الدَّلْوِ، فَلَا يَنْسَكِبُ مِنْهُ. يَبْقَى المَاءُ دَاخِلَ الدَّلْوِ، حَتَّى
حِينَ يَكُونُ الدَّلْوُ مَائِلًا عَلَى جَنْبِهِ!



حَرَكَة دَائِرِيَّة

كُلُّ مَا يُدَوِّمُ تَكُونُ حَرَكَتُهُ دَائِرِيَّةً. تَذَكَّرْ أَنَّ مَا يَتَحَرَّكُ يَتَّخِذُ دَوْمًا مَسَارًا مُسْتَقِيمًا مَا لَمْ تَوْثُرْ فِيهِ قُوَّةٌ تَحِيدُ بِهِ عَنِ مَسَارِهِ. عِنْدَمَا يَتَحَرَّكُ شَيْءٌ فِي مَسَارٍ دَائِرِيٍّ، يَكُونُ مَسَارُهُ فِي تَغْيِيرٍ مُتَوَاصِلٍ. وَلَا بُدَّ، لِيَحْدُثَ ذَلِكَ، أَنْ تَتَوَفَّرَ قُوَّةٌ تَشُدُّهُ نَحْوَ مَرَكَزِ الدَّائِرَةِ. يُسَمَّى الْعُلَمَاءُ ذَلِكَ الْقُوَّةَ الْجَائِذَةَ أَوْ الدَّافِعَةَ إِلَى الْمَرَكَزِ. بِإِمْكَانِكَ أَنْ تَشْعُرَ بِهَذِهِ الْقُوَّةَ عَلَى أَرْجُوْحَةٍ دَوَّارَةٍ فَتَجِدَ أَنَّكَ تَرْتَدُّ إِلَى الْوَرَاءِ بِخَطِّ مُسْتَقِيمٍ فَتَتَمَسَّكُ بِالْأَرْجُوْحَةِ بِقُوَّةٍ!



قُوَّةٌ مُدَوِّمَةٌ

تُرِي هَذِهِ التَّجْرِبَةُ كَيْفَ أَنَّ الْقُوَّةَ الْجَائِذَةَ تَزْدَادُ كُلَّمَا زِدْنَا سُرْعَةَ تَدْوِيمِ الشَّيْءِ. قُمْ بِالتَّجْرِبَةِ فِي مَكَانٍ خَالٍ!

10 اللُّوْازِمُ

- ♦ فِلِينَةٌ أَوْ سِدَادَةٌ مَطَّاطِيَّةٌ
- ♦ نَحْوُ أَسْمٍ مِنْ خَيْطِ دَوْبَارَةٍ
- ♦ وَزْنٌ خَفِيفٌ، مِثْلُ قِطْعَةٍ خَشْبٍ
- ♦ مِثْقَابٍ (أَسْأَلُ رَاشِدًا الْعَوْنَ)

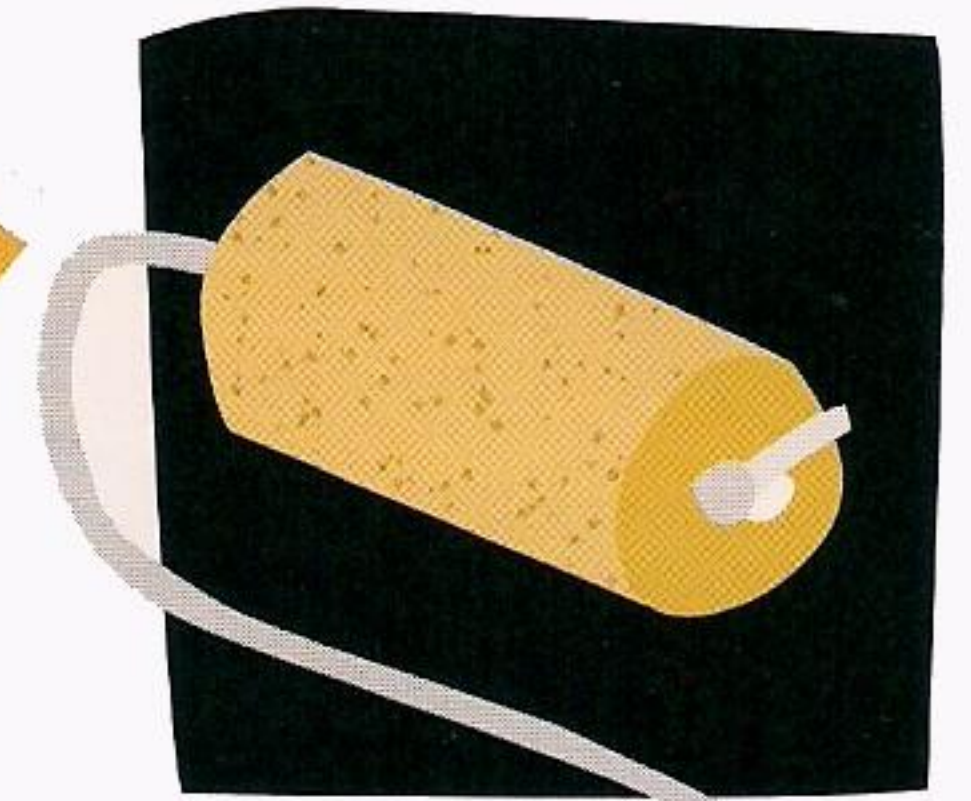


مَاذَا يَحْدُثُ
لِلْوَزْنِ
عِنْدَمَا تَدَوِّمُ
الْفِلِينَةَ؟



1 إَسْأَلُ رَاشِدًا أَنْ يَتَّقِبَ
عَبْرَ الْفِلِينَةِ ثَقْبًا طَوِيلًا
صَغِيرًا.

2 أَسْلِكُ أَحَدَ طَرَفِي
الْخَيْطِ عَبْرَ الْفِلِينَةِ وَأَعْقِدُ
عُقْدَةً تَكْفِي لِمَنْعِ الْفِلِينَةِ
مَنِ الْإِنْزِلَاقِ خَارِجَةً.



4 إِمْسِكْ بَكَرَةَ
الْخَيْوِطِ. اِبْدَأْ بِتَدْوِيمِ الْفِلِينَةِ، عَلَى مَهْلِ
فِي أَوَّلِ الْأَمْرِ، ثُمَّ بِشَكْلِ مُتَسَارِعٍ.

مَاذَا حَدَثَ؟

إِذْ تَزْدَادُ سُرْعَةُ تَدْوِيمِ الْفِلِينَةِ، تَزْدَادُ الْقُوَّةُ الْجَائِذَةُ اللَّازِمَةُ لِلْحِفَاطِ
عَلَى حَرَكَتِهَا الدَّائِرِيَّةِ بَدَلِ الْإِنْدِفَاعِ إِلَى الْوَرَاءِ فِي خَطِّ مُسْتَقِيمٍ.
هَذِهِ الْقُوَّةُ تَشُدُّ الْخَيْطَ، رَافِعَةً الْوَزْنَ. وَكُلَّمَا زِدْنَا سُرْعَةَ تَدْوِيمِ
الْفِلِينَةِ زَادَ ارْتِفَاعُ الْوَزْنِ.

3 أَسْلِكُ الطَّرْفَ الْآخَرَ
لِلْخَيْطِ عَبْرَ بَكَرَةِ الْخَيْوِطِ
وَأَرْبِطُ بِهِ الْوَزْنَ.





لُغْزِيَّةُ الْبَيْضَةِ الْمُدَوِّمَةِ

بِإمكانِكَ أَنْ تَسْتَخْدمَ
حيلةَ العَطالةِ ، أو قوَّةَ
الإستمرارِ ، هذه لتفحصَ ما
إذا كانتِ البَيْضَةُ نِيئةً أو
مَسْلوقةً . دوِّمَ بَيْضَةً مَسْلوقةً
ثمَّ أوقفها بِمَسِكِها بلُطفٍ .
اثرُكها فورًا . ستَتوقَّفُ ، كما
يُمكنُ أَنْ تَتوقَّعَ . جَرِّبِ
الأمرَ نفسَهُ معَ بَيْضَةٍ نِيئةٍ .
بعدَ أَنْ توقَّفها وتترُكها ،
ستَبدأُ الدَّورانَ ثانيةً !



اللُّوازمُ

- ♦ بَيْضَةُ مَسْلوقة
- ♦ بَيْضَةُ نِيئة
- ♦ طَبَقُ أَمْلَس

10

ماذا حَدَثَ ؟

للسَّائلِ داخلَ البَيْضَةِ النِّيئةِ عَطالةٌ ،
أو قوَّةُ استمرارٍ ، فيستمرُّ ، عندما
تَمسِكُ البَيْضَةَ ، بالدَّورانِ داخلَ
قَشْرِها . عندما تُفَلِّتُ البَيْضَةَ ، تَبدأُ
البَيْضَةُ كُلُّها بالدَّورانِ مُجددًا .

إهدِمِ البُرْجَ

ابنِ بُرجًا من حجارةٍ لُعبةِ الضَّامةِ
قربَ حاقَّةِ طاوِلَةٍ مَلَساءَ . ضَعْ
مِسْطَرةً على الطَّاولَةِ بجوارِ البُرْجِ
بحيثَ يكونُ أحدُ طَرَفِها بارزًا عن
حاقَّةِ الطَّاولَةِ . إمسِكْ هذا الطَّرَفَ ،
اضربْ أسفلَ البُرْجِ بالمِسْطَرةِ
مُزَلِّقًا إيَّها على سطحِ الطَّاولَةِ
بسرعةٍ كبيرةٍ . بشيءٍ مِنَ التَّمَرِينِ ،
ستَمكُنُ منَ أَنْ تُطَيِّرَ أحجارَ
الضَّامةِ واحدًا بعدَ الآخرِ
من غيرِ أَنْ تَهْدِمَ
البُرْجَ .

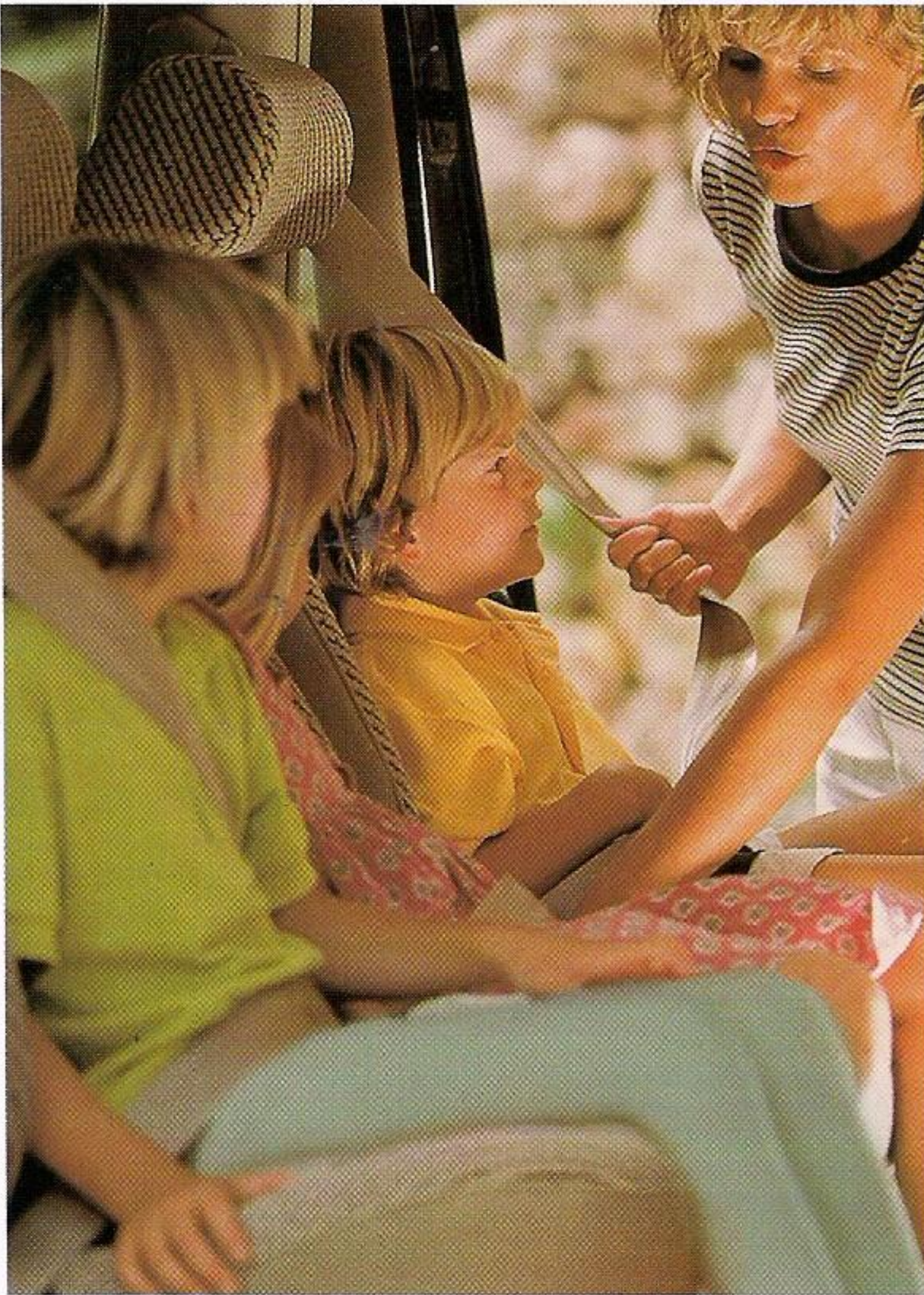
10

- ## اللُّوازمُ
- ♦ حجارةٌ لُعبةِ الضَّامةِ
 - ♦ مِسْطَرة
 - ♦ طاوِلَةٌ مَلَساءُ السَّطحِ



ماذا حَدَثَ ؟

قوَّةُ الدَّفعةِ السَّريعةِ اللّازمةِ لَقَدْفِ حَجَرِ الضَّامةِ الأسفلِ أصغرُ من
قوَّةِ العَطالةِ ، أو قوَّةِ الاستمرارِ ، للبُرْجِ كُلِّهِ ، فيبقى البُرْجُ قائمًا . إنَّ
حيلةَ نَثْرِ قُماشِ المائدةِ من تحتِ الأطباقِ والأكوابِ تقومُ على
المَبدأِ نفسِهِ أي مَبدأِ العَطالةِ .



إربطِ الحِزامَ

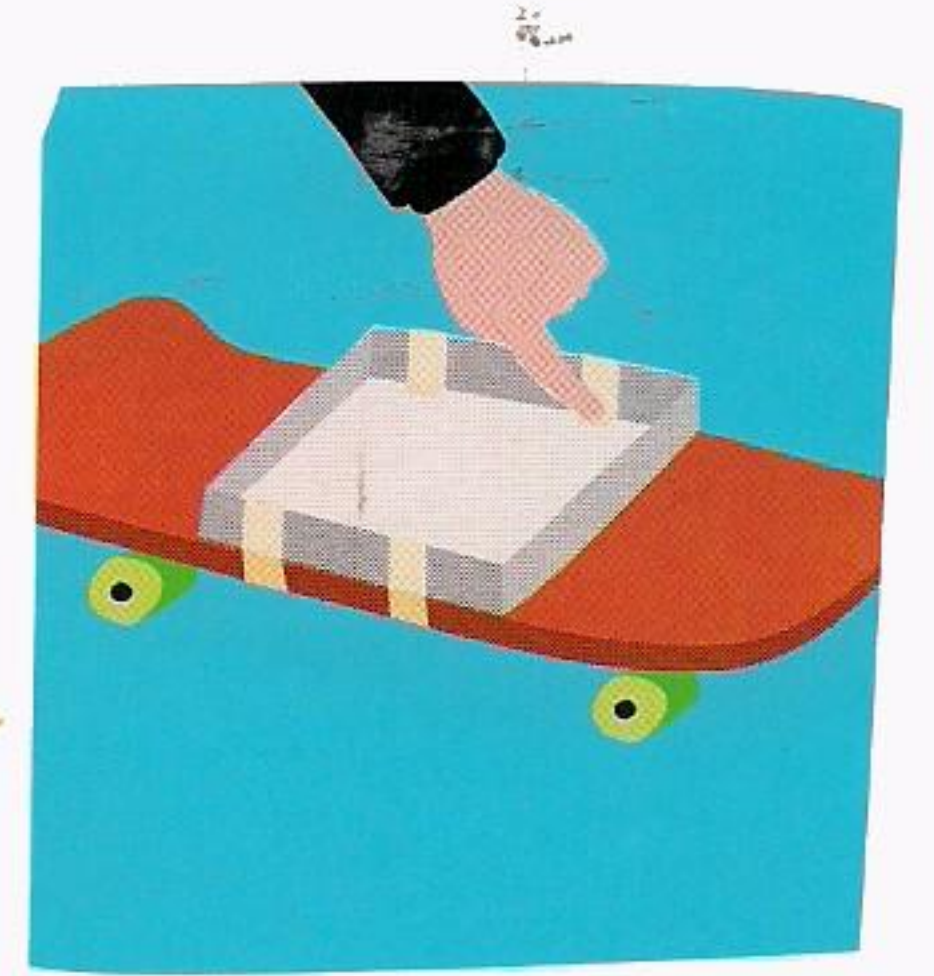
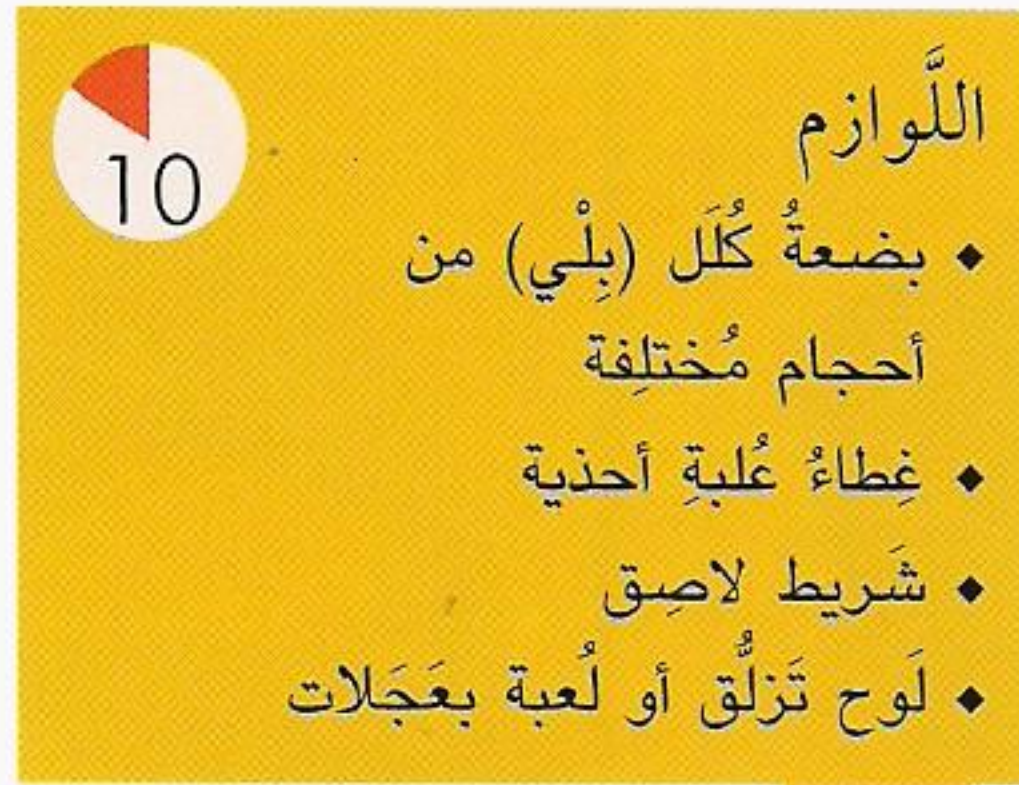
أَحزِمَةُ المقاعدِ المَلفوفةِ على بَكَراتٍ تَعْمَلُ بِمَبدأِ العَطالةِ .
تَنحَلُّ بِسُهولةٍ عندما يَشُدُّها الرَّاكِبُ بلُطفٍ . إذا توقَّفتِ
السَّيَّارةُ فجأةً ، عند وقوعِ حادثَةٍ مثلاً ، يندفعُ الرَّاكِبُ إلى
الأمَامِ بفعلِ العَطالةِ ، فينشُدُّ الحِزامَ بصورةٍ مُفاجئةٍ ، ويؤدي
ذلكَ إلى غَلَقِ قوَرِيٍّ للحِزامِ . وهكذا يَسَلِّمُ الرَّاكِبُ .

بَدءُ الحَرَكةِ وتَوقُفِها

بَدْفَعَةٍ أو جَرَّةٍ بِإمكانيك أن تَجْعَلَ شَيْئًا يَتَحَرَّكُ أو أن تُوقِفَهُ . تَخَيَّلْ عَرَبَةَ تَسَوِّقٍ ثَقِيلَةً . عليك أن تَدْفَعَهَا بِقُوَّةٍ لَجْعَلِهَا تَبْدَأُ تَحَرُّكَهَا ، لكنْ حالما تكونُ قد مَشَيْتَها تَواصِلُ تَحَرُّكَهَا حتَّى إذا أنت رَفَعْتَ يَدَيْكَ عنها . عليك أن تَشُدَّ المِسكَةَ إلى الوراءِ لَجْعَلِ العَرَبَةَ تَتَوَقَّفُ . ميلُ الأشياءِ هذا لِلإستمرارِ في السُّكونِ إذا كانت ساكنةً ، أو لِلإستمرارِ في التَّحَرُّكِ إذا كانت مُتَحَرِّكةً ، نُسَمِّيهِ العَطالَةَ ، أو القُصورَ الذَّاتيَّ . وكلِّما كانت كُتلةُ الجِسمِ أكبرَ كانت عَطالَتُهُ أكبرَ .

لا تَفْقِدُ كُلَّكَ (بَلِيكَ)

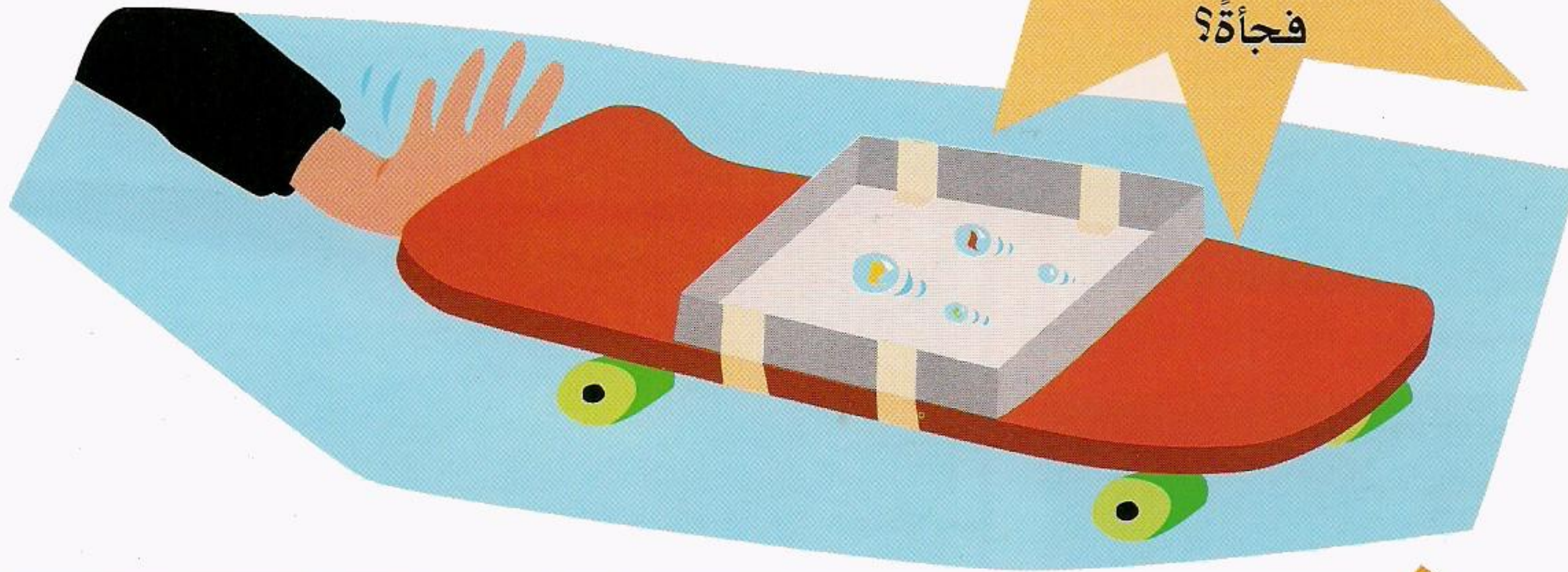
هذه التَّجربةُ البسيطةُ تُريكَ كيف تَؤَثِّرُ العَطالَةُ على حَرَكةِ بعضِ الكُللِ في غِطاءِ عُلْبَةِ الأحذيةِ . يَلزِمُكَ أرضٌ مُستويةٌ مَلساءٌ .



4 راقِبِ الكُللَ إذ تُوقِفُ لَوَحَ التَّزَلُّقِ بِشَدِّهِ إلى الوراءِ .

ماذا يَحْدُثُ لو تَوقِفُ لَوَحَ التَّزَلُّقِ فجأةً؟

1 أَلصِقِ الغِطاءَ إلى أعلى لَوَحِ التَّزَلُّقِ إصْفاقًا مُحكَمًا .



3 ابدأ بِتَحريكِ لَوَحِ التَّزَلُّقِ بِدَفْعِهِ بِلُطْفٍ . راقِبْ بِانتباهٍ ماذا يَحْدُثُ لِلكُللِ .



2 ضَعِ الكُللَ في الغِطاءِ بحيث تكونُ مُتباعِدةً إحداهما عن الأُخرى .

ماذا حَدَثَ؟

لِلكُللِ عَطالَةٌ لذا تُحاولُ أن تَبقى ساكنةً إذ تَدْفَعُ لَوَحَ التَّزَلُّقِ إلى الأمامِ . وهي تَبْدَأُ بِالتَّحَرُّكِ فقط عندما تَتَلَقَّى دَفْعَةً مِنَ الجدارِ الخَلْفِيِّ لِلغِطاءِ . عندما يَتَوَقَّفُ لَوَحُ التَّزَلُّقِ ، تُحاولُ أن تَواصِلَ تَحَرُّكَهَا والتَّدَحرجَ إلى مُقدِّمةِ الغِطاءِ . وكلِّما كانت الكُتلةُ أَثْقَلَ زادت عَطالَتُها وزادت مُقاومَتُها لِأَيِّ تَغْيِيرٍ .

قوة محولة وتسمى أيضا العزم. قوة ذات تأثير محول. كلما كانت الرافعة أطول زادت قوة التحويل التي تولدها، أو زاد العزم.

قوى دفع أو جرّ يمكن أن يغير سرعة شيء أو شكله أو اتجاهه. القوى تقاس بالنيوتن (ن).

قوى غير متوازنة قوى تؤدي إلى تغيير في حركة جسم أو في شكله، لأن القوة المؤثرة في اتجاه أعظم من القوة المؤثرة في الاتجاه المعاكس.

قوى متوازنة القوى التي لا تسبب بأيّ تغيير في حركة الأجسام التي تقع عليها نسميها قوى متوازنة أو متعادلة. عندما تجلس على كرسي، مثلاً، فإن قوة الجاذبية التي تشدك إلى أسفل تتوازن مع قوة مساوية ومضادة لها هي قوة الكرسي التي تدفعك إلى أعلى.

كتلة كمية المادة التي يحتويها جسم.

كثافة كمية كتلة الشيء بالمقارنة مع حجمه. نصل إلى معرفة الكثافة بقسمة كتلة المادة على حجمها، وتقاس بالغرام بالسنتيمتر المكعب (غ/سم³).

كيلوغرام وحدة الكتلة المعتمدة. إن لحجم لتر من الماء كتلة كيلوغرام واحد.

مركز الثقل نقطة في الجسم حيث تعمل قوة الجاذبية. لو علّق جسم من أي نقطة على خط أفقي يمر بمركز الثقل، يظل الجسم متوازناً.

مزيت أو مشحم مادة تقلل من الاحتكاك بين سطحين.

مسنّات وتسمى أيضاً تروساً. في المكنات يتمّ التشعيق بين أسنان عجلتين فتدير إحداهما الأخرى.

مقاومة الهواء مقاومة الهواء لحركة الأجسام المتحركة عبره. تحدث هذه المقاومة لأنّ الأجسام المتحركة تحتك بجزيئات الغازات التي يتشكل منها الهواء.

مقاومة الهواء والمائع قوة ديناميّة تقاوم حركة الجسم إلى الأمام. يؤثر شكل الجسم على كمية المقاومة.

مكبّر الحركة آليّة تسبب بواسطتها قوة كبيرة تنتقل مسافة قصيرة، بانتقال قوة صغيرة مسافة طويلة، مثلاً الدوّاسة التي تفتح غطاء صندوق الدوّاسة.

مكبّر القوة أداة أو آلة تسبب فيها قوة صغيرة تنتقل مسافة طويلة بانتقال قوة كبيرة مسافة قصيرة، مثل مقبض الباب.

مكنة بسيطة تؤدي عملاً. تُصمّم المكنات لتسهيل حياتنا.

نيوتن وحدة قياس القوة. إن شدّ الجاذبية الأرضية لكتلة من 1 كغ مساو تقريباً ل 10 ن.

وزن قوة الجاذبية التي تشدّ على كتلة على سطح كوكب أو قرب سطحه. على الأرض، تزن كتلة كيلوغرام واحد حوالى 10 ن (9,8 نيوتنات).

تعريفات

شدُّ الجاذبيَّة شدُّ جسمٍ لجسمٍ آخرَ بفعلِ قوَّةِ الجاذبيَّة . مثلاً ، الجاذبيَّة الأرضيَّة تُبقي السَّواتلَ في مدارها حول الأرض .

ضَغَطٌ مدى تركيزِ قوَّةٍ أو انتشارها على سطحٍ . يُحسَبُ الضَّغَطُ بقِسْمَةِ حجمِ القوَّةِ على المساحةِ التي تؤثرُ تلكِ القوَّةُ فيها . وتُقاسُ بوحدةِ البَسْكال (پا) أو بالنيوتن على المترِ المُرَبَّع (ن/م²) .

ضَغَطُ الهواءِ هو الضَّغَطُ الذي يتسبَّبُ به وِزْنُ الجوّ ، ويُعرَفُ أيضاً بالضَّغَطِ الجوّيِّ . ومع أنَّ الهواءَ غيرُ مرئيِّ ، فإنَّ له كتلةً ، لذا فإنَّ الجاذبيَّةَ الأرضيَّةَ تُشدُّهُ نزولاً . يُساوي ضَغَطُ الهواءِ على سطحِ الأرضِ نحوَ عَشْرَةِ نيوتناتٍ في السنتيمترِ المُرَبَّعِ الواحدِ (10 ن/سم²) . تُري خرائطُ الطَّقْسِ مناطقَ الضَّغَطِ العالِيِ أو الضَّغَطِ المُنخَفِضِ ، إذ إنَّ لهذَيْنِ تأثيراً كبيراً على الطَّقْسِ .

طاقةُ القُدرةِ على إحداثِ شُغْلٍ . يحدثُ الشُّغْلُ حيثما تتحرَّكُ قوَّةٌ عبرَ مسافةٍ ، لذا يُمكنُ التَّفكيرُ في الطاقةِ على أنها «وَعْدٌ» لإحداثِ شُغْلٍ . من الطاقةِ أشكالٌ ، الضَّوئيَّةُ ، والحراريَّةُ ، والكهربائيَّةُ ، والكامنةُ . يُقاسُ كلا الشُّغْلِ والطاقةِ بوحدةِ الجول (ج) .

طاقةُ كامنةُ طاقةٌ مُخترَنةُ . عندما ترفعُ شيئاً أو تمطُّ نابضاً ، أنت تُعطي طاقةً كامنةً .

العَطالةُ وتُسمَّى أيضاً القُصورَ الذَّاتيَّ ، وهي ميلُ الأجسامِ إلى البقاءِ على حالِها من السُّكونِ أو الحَرَكةِ في خطِّ مُستقيمٍ ما لم تؤثرَ فيها قوَّةٌ لتغييرِ حالِها تلكِ . كلما زادتُ كتلةُ الجسمِ زادتِ العَطالةُ .

قوَّةُ جابِذةُ القوَّةُ التي تجعلُ شيئاً يتحرَّكُ في مسارٍ دائريِّ . عندما تُدوِّمُ حجراً بمِقْلَاعٍ في مسارٍ دائريِّ ، تُشدُّهُ القوَّةُ الجابِذةُ نحوَ مركزِ الدَّائرةِ .

احتكاكٌ قوَّةٌ تُقاومُ الحَرَكةَ عندما ينزلقُ شيئاٌ الواحدُ منهما على الآخرِ .

انسيابيٌّ شكلٌ يُقلُّ من مُقاومةِ الهواءِ أو الماءِ . للسَّمكةِ شكلٌ انسيابيٌّ .

بكرةٌ عَجَلَةٌ ذاتُ حافةٍ مُجوَّرةٍ أو مُخدَّدةٍ . يُمكنُ استخدامُ عدَّةِ بكراتٍ معاً لتسهيلِ رَفْعِ حِمْلٍ ثَقيلٍ . البكرةُ مثلٌ على مُكبِّرِ القوَّةِ .

تسارعٌ عندما يُغيِّرُ جسمٌ سرعتهُ أو اتِّجاهه ، نقولُ إنه يتسارعُ . يُقاسُ التسارعُ بالمترِ في الثانيةِ المُربَّعةِ (م/ثا²) .

الجاذبيَّةُ قوَّةٌ جَذِبٌ تُشدُّ كلَّ شيءٍ صوبَ كلِّ شيءٍ . تعتمدُ قوَّةُ الجذبِ على كتلةِ كلِّ من الجسمينِ وعلى المسافةِ بينهما .

حَرَكةٌ تَحْدُثُ الحَرَكةَ عندما يُغيِّرُ جسمٌ موضِعَهُ .

دَفْعٌ رافعٌ ويُسمَّى أيضاً دَسْرًا عُلويًّا . قوَّةٌ تَضَعُ عُلُوًّا على الجسمِ الغاطِسِ في سائلٍ . يكونُ حجمُ القوَّةِ مُساوياً لوِزْنِ السائلِ الذي يُزيحُه الجسمُ .

رافعةٌ وتُسمَّى أيضاً عَتَلَةً أو مُخَلًّا . وهي قَضيبٌ صُلْبٌ يُمكنُ أن يُشغَّلَ مُرتكِّزاً لنقلِ قوَّةٍ من موضعٍ إلى آخرٍ . عرباتُ اليدِ ، والمِقَصَّاتُ ، والعَضَلاتُ والمفاصِلُ في جسمِك ، كلها أمثلةٌ على مَبْدَأِ الرَّافعةِ .

رَفْعٌ ديناميٌّ هوائيٌّ قوَّةٌ تتسبَّبُ بها حَرَكةُ الجناحِ عبرِ الهواءِ . يَسْمَحُ الرَّفْعُ للطائرةَ بالارتفاعِ في الجوّ ويحملُها ويُبقي عليها مُرتفعةً في أثناءِ الرِّحلةِ .

سرعةٌ تُحسَبُ السرعةُ بقِسْمَةِ المسافةِ على الوقتِ . مُعدَّلُ السرعةِ هو مجموعُ المسافةِ المقطوعةِ في رحلةٍ مقسوماً على الزَّمنِ المُستغرقِ في قطعها .

مسرد (كشاف)

احتكاك 22، 23، 24، 30	س	انسيابي 19، 21، 33	أ
جايزة 34، 35	سائر على الحبل المشدود 13	باراشوت 24، 25	ب
دفع علوي 26، 27	ساعة 33	بالون الهواء الساخن 26، 27	ب
عداد 6	السرعة النهائية 25	برج پيزا 11	ب
غير متوازنة 18	سكت، ديفد 11	بكرات 30، 31	ب
قياس 6	ض	بوردمن، كرس 33	ب
متوازنة 18	ضغط 14، 15، 23، 28، 29	ت	ب
مكبر القوى 30، 31، 32	ط	تراكتور، جرار 15	ب
نيوتن (وحدة) 6، 7	طائر 29	توازن 12، 13	ب
وزن 6	طاقة	ج	ب
ك	حركية 8	جاذبية	ب
كتلة 7، 9، 10، 12، 13، 36	كامنة 8، 9، 18	قوة الجاذبية 6، 7، 10، 11، 35	ب
كثافة 16، 17، 26	طفو 16، 17، 26، 27	مركز الثقل 12، 13، 35	ب
كيلوغرام 6	طيران	جون هاريسن 33	ب
م	جيروكوبتر 29	جيروسكوب 35	ب
متزلد 23	دفع علوي 28، 29	ح	ب
مركب 17، 18، 19	صاروخ 19، 21، 28	حركة	ب
مرن 8	طائرة شراعية 29	تسارع 18، 19	ب
مزيت، مشحم 23	طائرة نفاثة 19، 28	دائرية 34، 35	ب
مسنات 32، 33	ع	قياس السرعة 20، 21	ب
مقاومة	عربة يد 31	معدل السرعة 20، 21	ب
الماء 18، 24، 25	عطالة 36، 37	مكبر الحركة 32	ب
الهواء 24، 25، 29	غ	حريري 15	ب
مقاومة الهواء أو الماء 19، 22، 24	غاليلى، غاليليو 11	حزام المقعد 37	ب
ميزان 7	غواص 16، 17	د	ب
ن	ف	دراجة 20، 32، 33	ب
نفاثة 19، 28	فراش من مسامير 15	ر	ب
نيوتن، إسحق 7	فهد 19	راديو زبركي 9	ب
ه	ق	رقم قياسي للسرعة الأرضية 19	ب
هليوم 27	قرش 17	روافع 31	ب
و	قرص دوّار 35		ب
والترز، لاري 27	القمر 7، 10، 11		ب
	قوى		ب



www.arabcomics.net



العلوم

القوى والحركة

أكثر من 40 تجربة مذهلة

اصنع مركبًا مغدافياً قوياً!
ابن جهازاً مضاداً للجاذبية!
أطلق صاروخاً تصنعه بنفسك!

- استكشف العلوم في تجارب مثيرة عظيمة الفائدة.
- مبادئ العلوم وحقائقها تتكشف بكل حيويّتها
- وبأوضح صورة من خلال موادّ مألوفة في الحياة اليومية.
- لم يكن العلم في يوم من الأيام على هذا القدر من التشويق.
- تجاربٌ تتنقلُ بك خطوة خطوة - سواء القديمة منها أو الجديدة.
- إرشادات واضحة ورُسوم بديعة.
- تعريفات ومسرّد
- مثاليّ لطلاب المدارس الابتدائية والمتوسطة، ولكلّ عالم صغير يتفتّح على العلم ويحلّم أن يصير عالماً كبيراً.

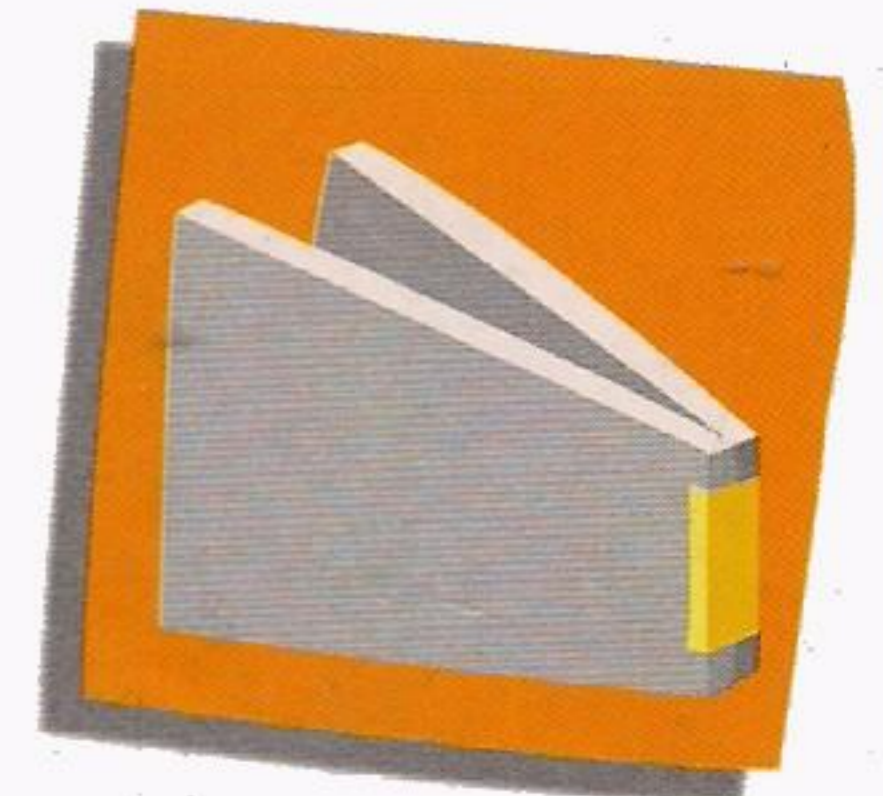
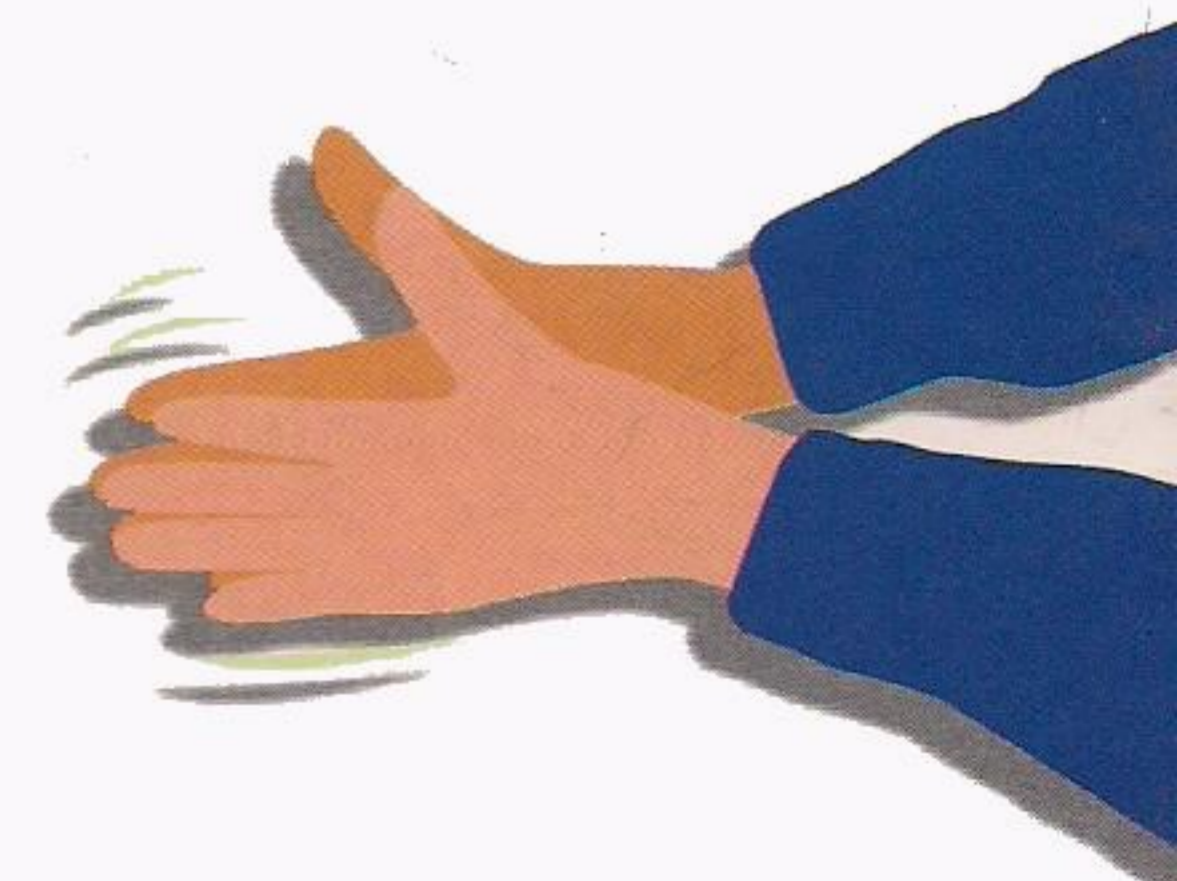
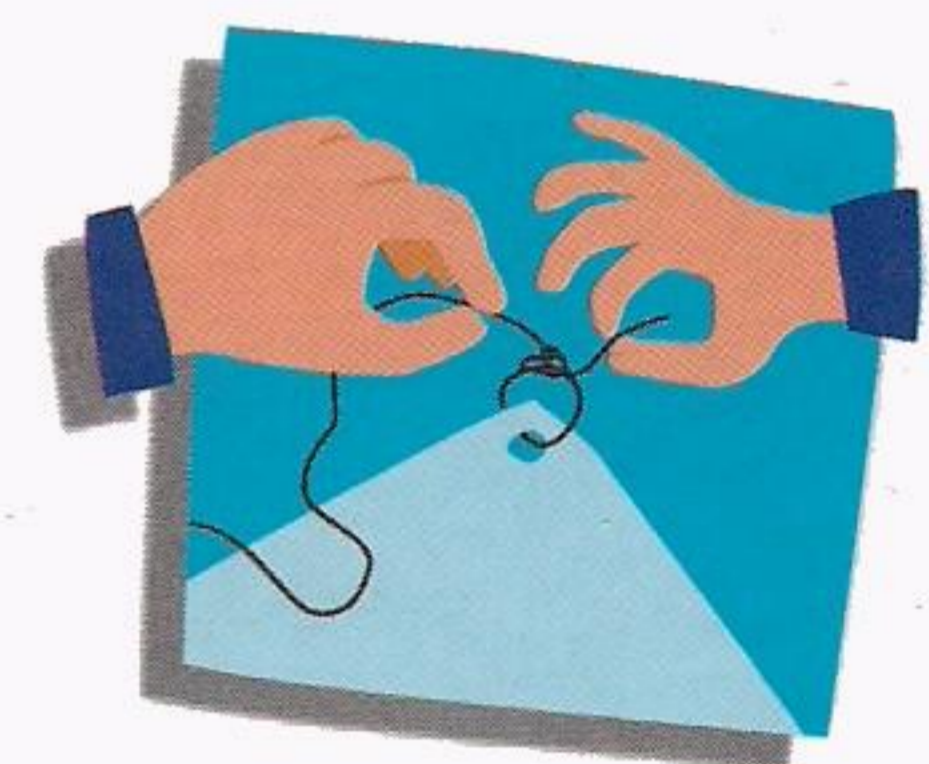
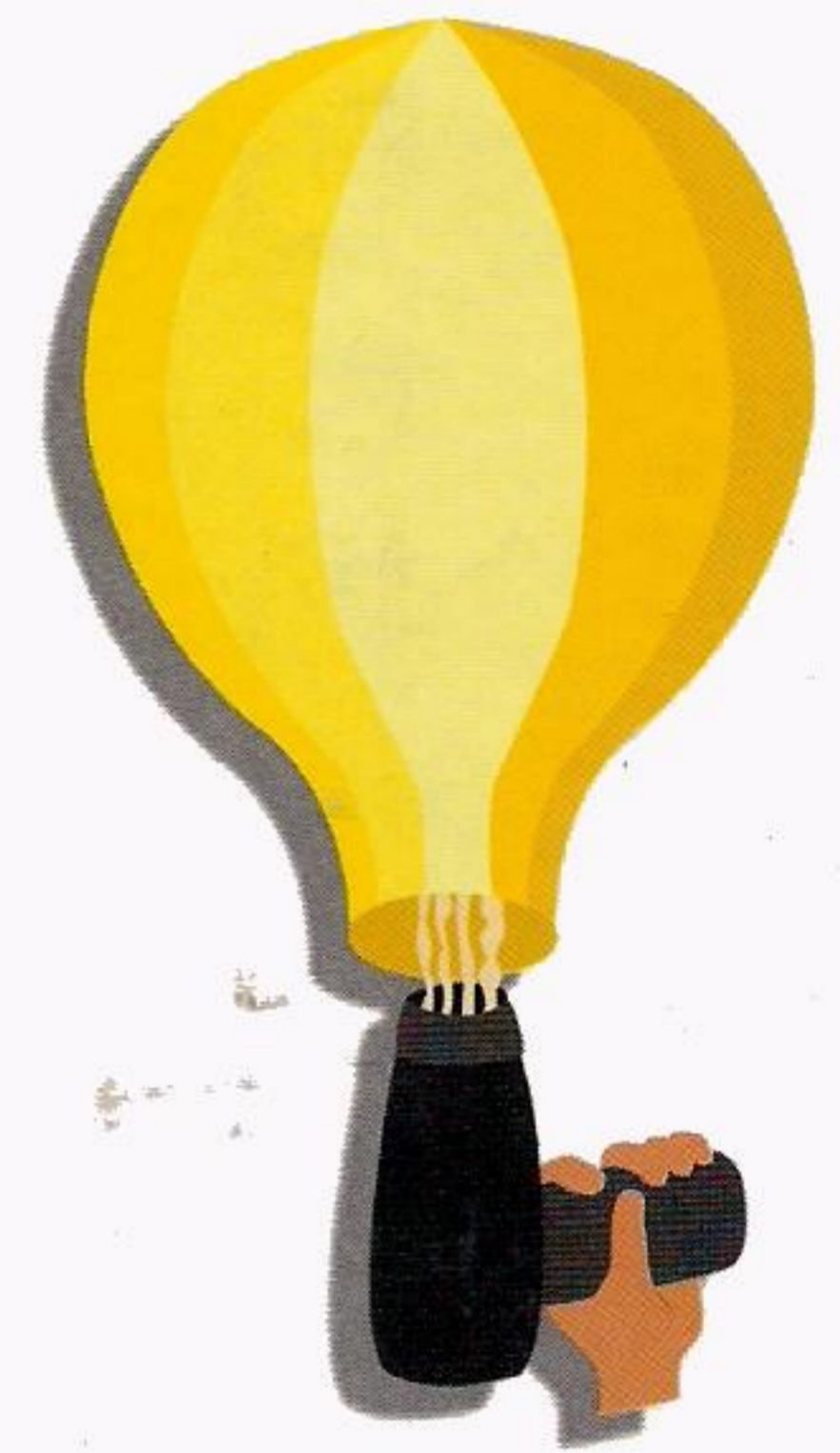
في هذه السلسلة

القوى والحركة
الكهرباء والمغناطيسية
المادة والمواد
الصوت والضوء

مكتبة لبنات ناشرون

راجع كتالوغنا على: www.ldlp.com

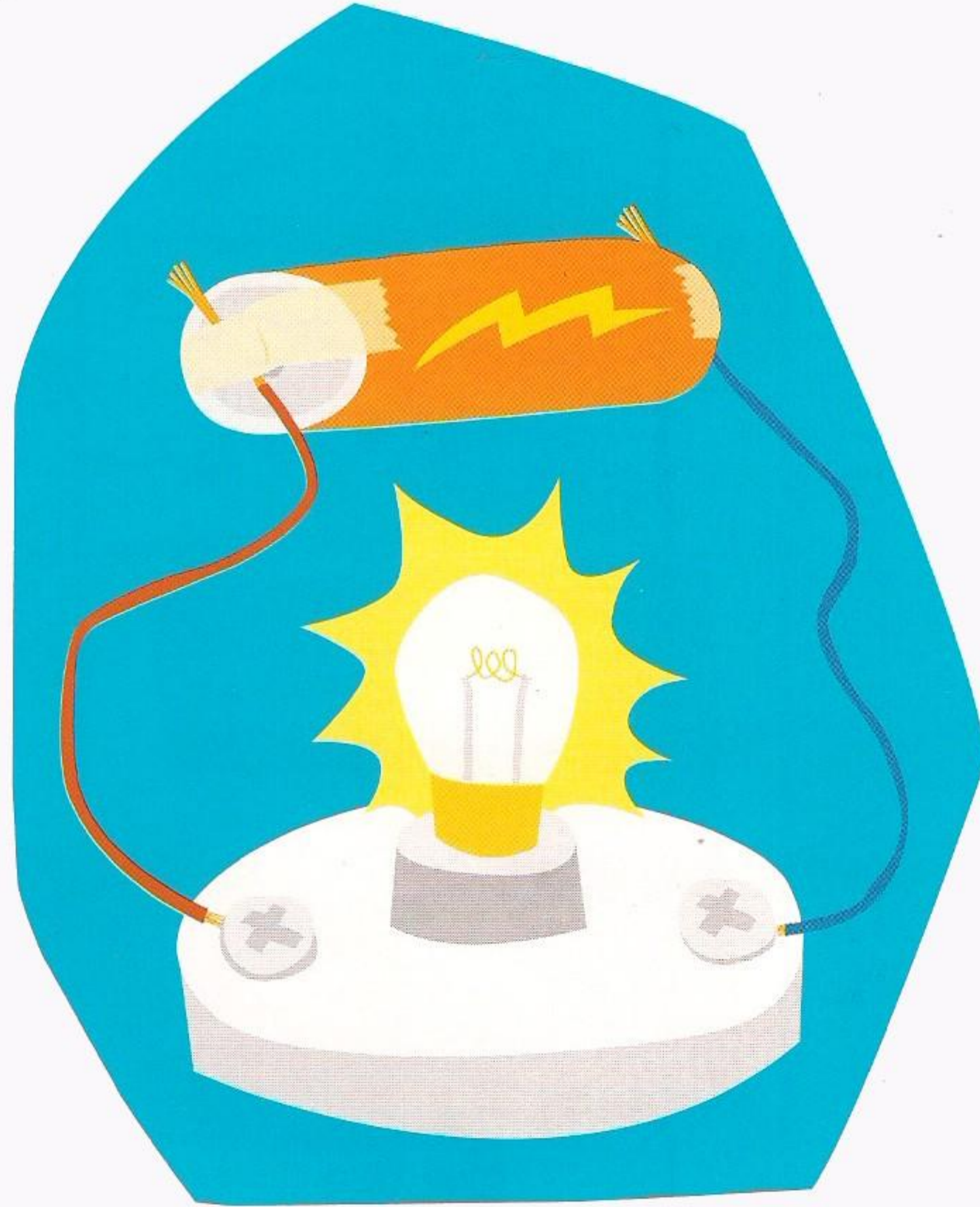
للمزيد انضم لصفحتنا (المدرس بوك)
www.modrsbook.com او موقعنا



ISBN 9953-1-0513-8
789953 105130
FORCES AND MOTION
(ARABIC BUTTERFLY BOOKS)

العُنْطَةُ لوم

الكهْرَبَاءِ وَالمِغْنَطِيَّاتِ



إعْدَاد

دائرة النشر في مكتبة لبنان ناشرون

مكتبة لبنان ناشرون

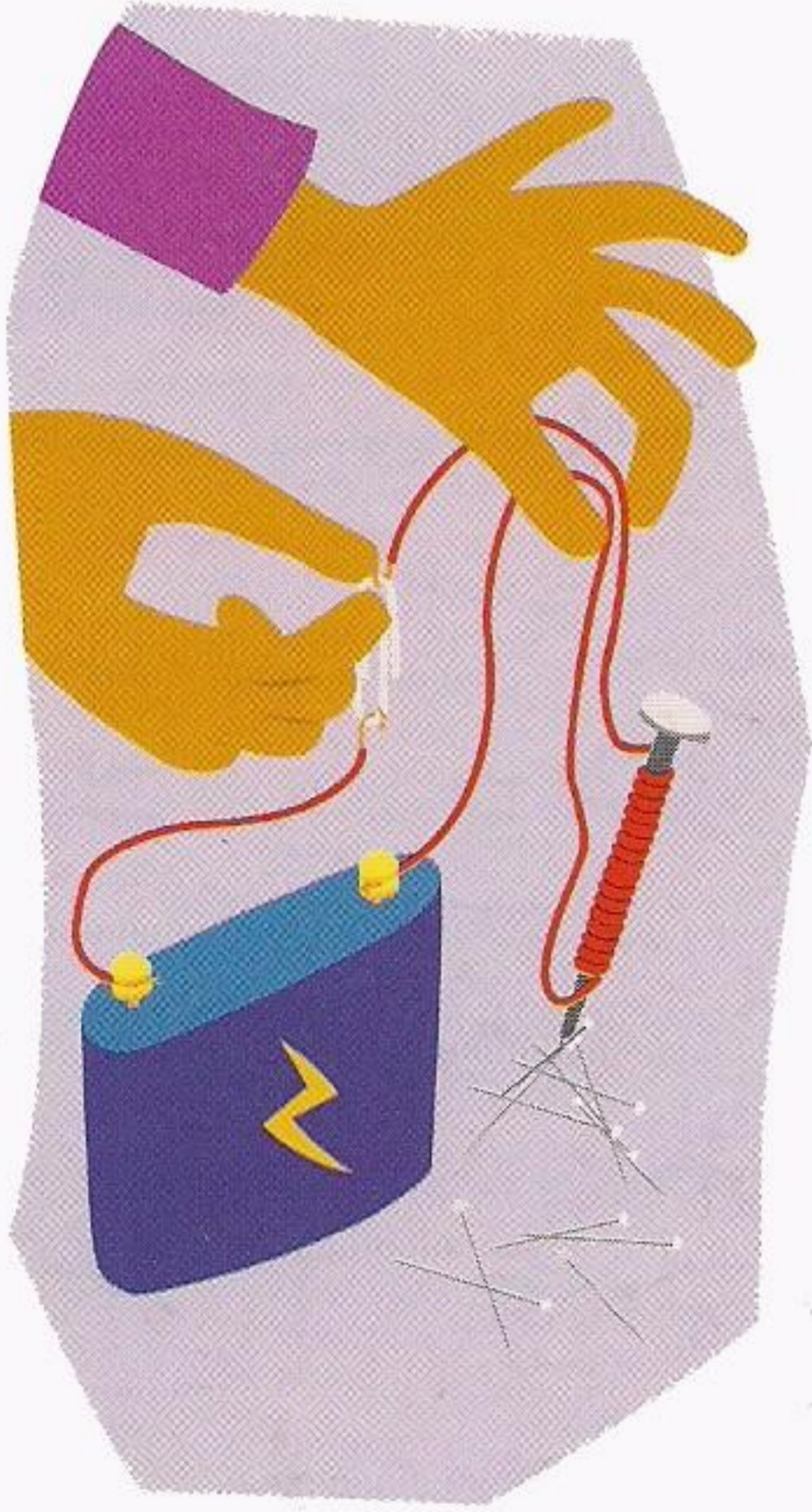
المحتويات

اعرف طريقك

◆ 34 ◆

المغناطيسية والكهرباء

◆ 36 ◆



تعريفات

◆ 38 ◆

مسرد (كشاف)

◆ 40 ◆

قوة المغناطيس

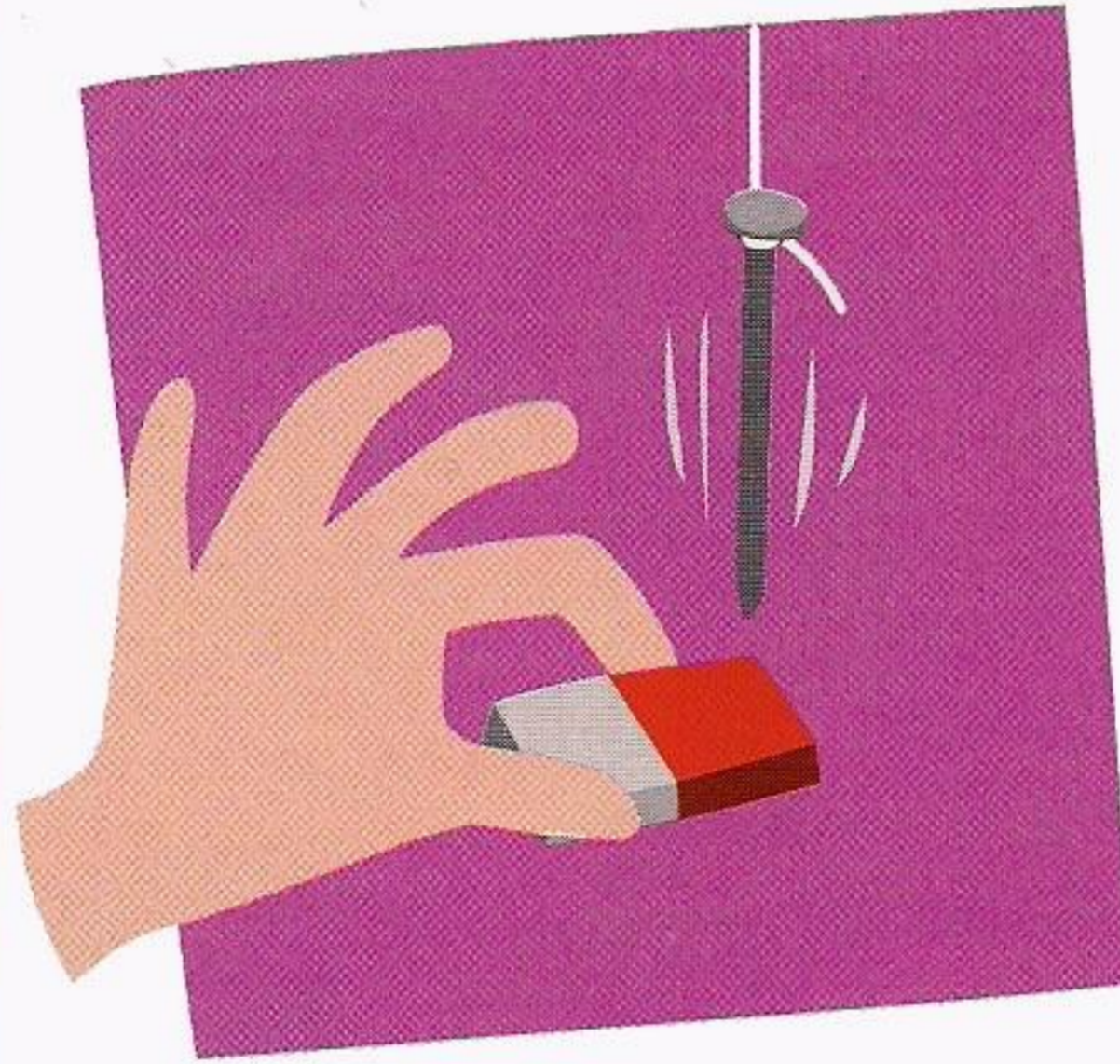
◆ 24 ◆

بين القطبين

◆ 26 ◆

فن مغناطيسي

◆ 28 ◆

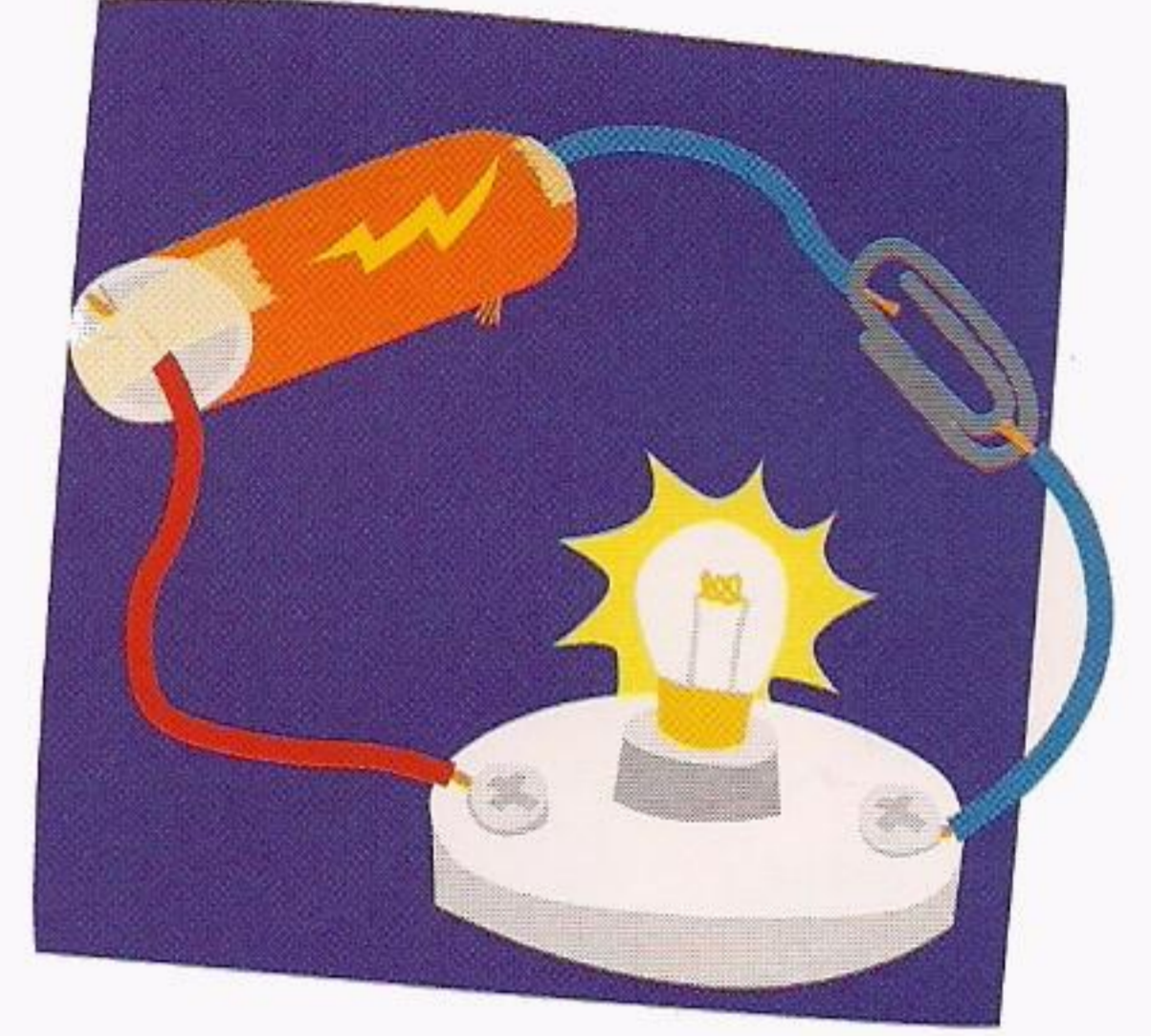


اصنع بنفسك مغناطيسًا

◆ 30 ◆

مغانط صغيرة

◆ 32 ◆



مخزن قدرة

◆ 16 ◆

دفع أشد

◆ 18 ◆

عمل مرتب

◆ 20 ◆



دارات متفرعة

◆ 22 ◆

من هنا نبدأ

◆ 4 ◆

وَحْز وَنَحْز

◆ 6 ◆

حَرَكَ مِنْ دُونَ أَنْ تُحَرَكَ!

◆ 8 ◆



دائرة كهربائية

◆ 10 ◆

غليظ ورَفِيع

◆ 12 ◆

مع التَّيَّار

◆ 14 ◆

كِينغ فيشر
مكتبة لبنان ناشرون
نشر مكتبة لبنان ناشرون
بالتعاون مع شركة كينغ فيشر للنشر

حقوق الطبع © كينغ فيشر - الطبعة الإنكليزية
حقوق الطبع © مكتبة لبنان ناشرون - الطبعة العربية
جميع الحقوق محفوظة: لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب أو تصويره
أو تخزينه أو تسجيله بأي وسيلة دون موافقة خطية من الناشر.

مكتبة لبنان ناشرون

صندوق البريد: 11-9232

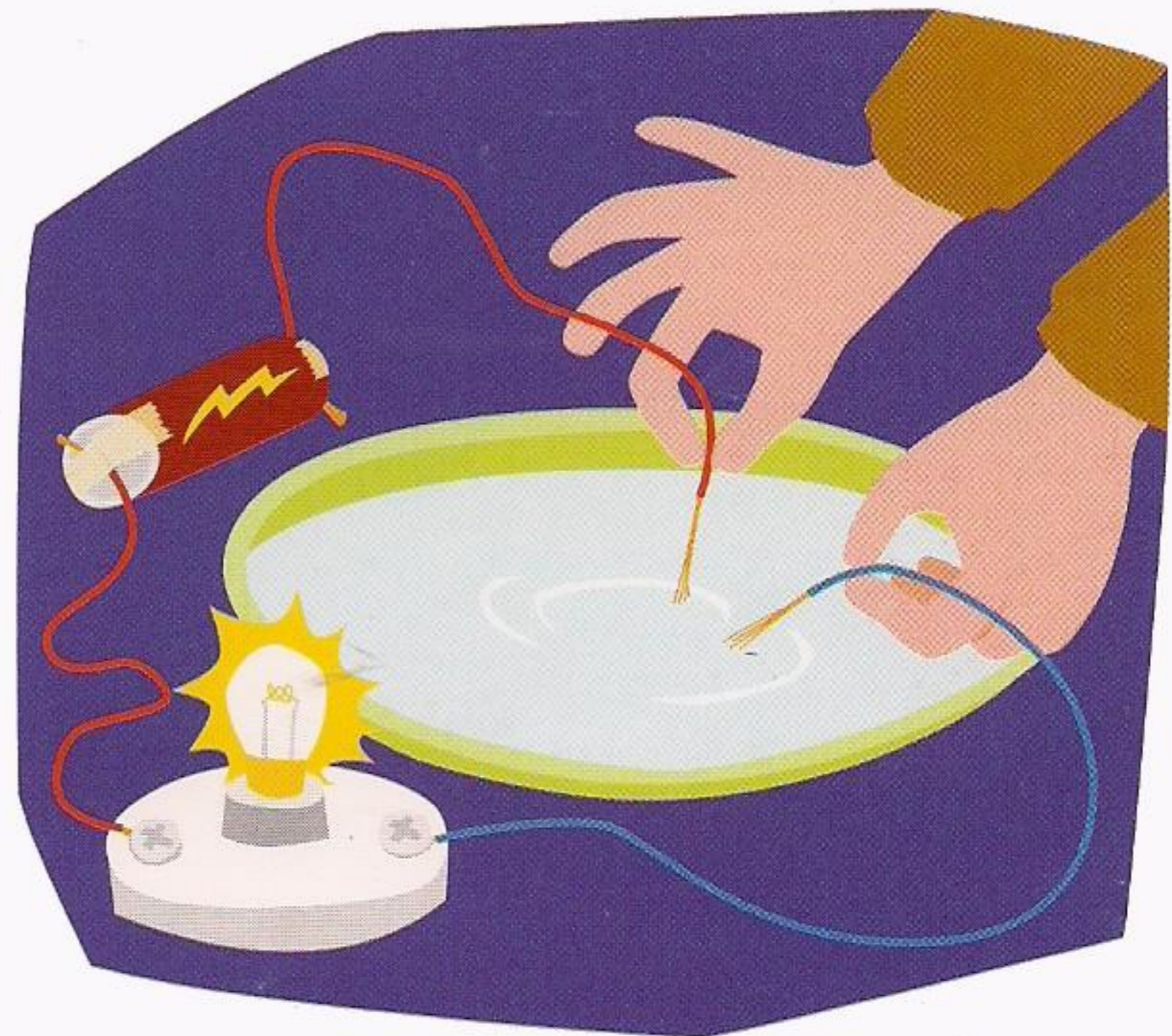
بيروت - لبنان

وكلاء وموزعون في جميع أنحاء العالم

الطبعة الأولى: 2002

طبع في لبنان

ISBN 9953-1-0514-6



تنبيه

الأنشطة الكهربائية في هذا الكتاب
تتطلب بطاريات صغيرة ذات قوة
كهربائية ضئيلة جدًا.

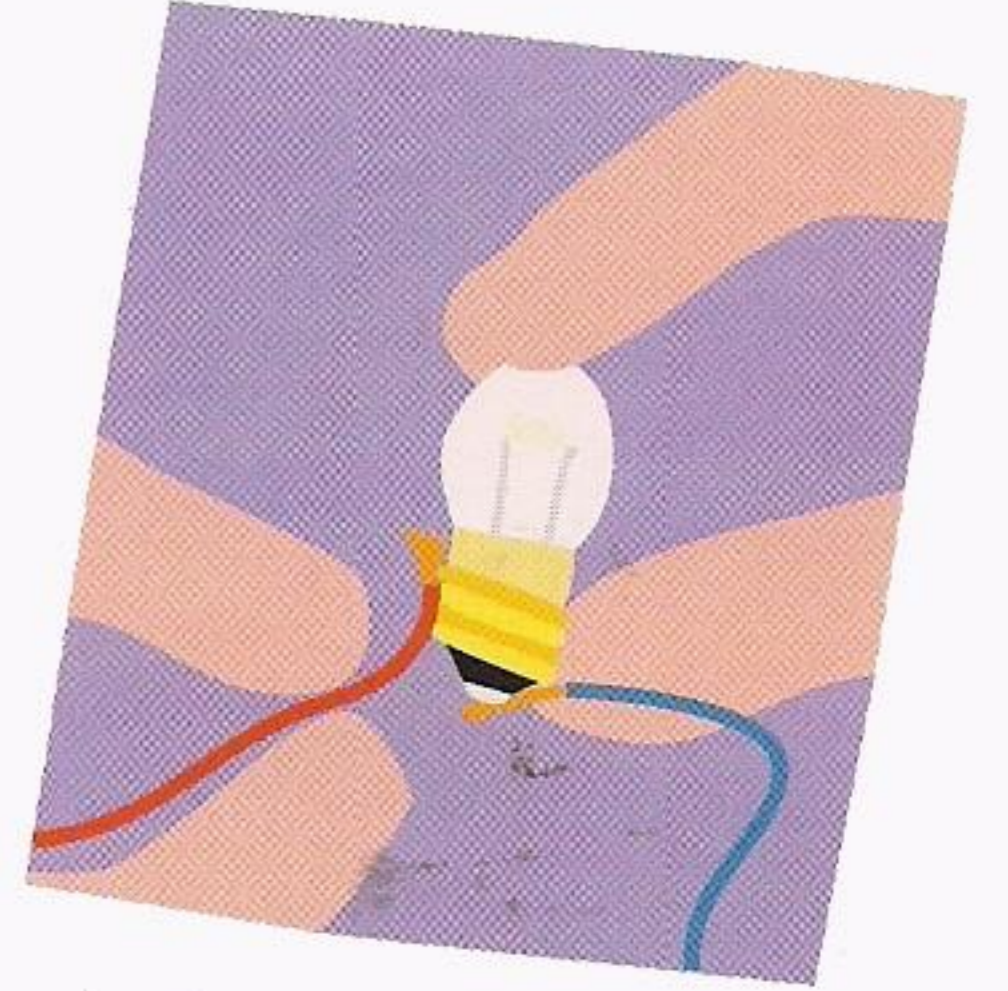


إياك أن تقوم بتجاربك مستخدمًا
خط التيار الكهربائي المأخوذ من
مقابس البيت أو المدرسة. فهو
أقوى بألوف المرات من كهرباء
البطارية الصغيرة. وقد يكون مميتًا.



إياك أن تلعب قرب أعمدة
الكهرباء أو محطات تحويل
الكهرباء الفرعية أو الرئيسية.
حتى إن لم تلمسها، فالكهرباء
يُمكن أن تقفز منها وتقتل من
يكون قريبًا.

ثبت سلكًا إلى طرفي
توصيل لمبة كما ترى
في الصورة إذا كان
لديك لمبة بقاعدة...



... أو على هذا النحو إذا
كانت لمبتك بلا قاعدة.

تواجه صعوبات؟

لا تيأس إذا واجهتك في بعض الأنشطة
صعوبات.

إذا بدا لك أن الأمور لا تجري على ما
تشتهي، اقرأ خطوات النشاط ثانية بآناة،
وجرب مجددًا.



كلمات عويصة؟

إذا واجهتك كلمة عويصة،
أي صعبة، لا تعرف معناها،
أو إذا كنت تريد أن تزداد
معرفة، انظر إلى باب
التعريفات في الصفحتين
38 و39.



تذكر أنه حتى كبار العلماء
يواجهون في تجاربهم
صعوبات. خذ مثلاً على ذلك
ج. ج. تومسن، العالم الذي
اكتشف الإلكترون. كان
أخرق وطائشاً حتى إن طلابه
كانوا يمنعونه أحياناً من
الاقتراب من عدة المختبر!



رمز الساعة

يشير رمز الساعة في بداية كل تجربة
إلى الوقت التقريبي الذي يستغرقه
النشاط. تستغرق التجارب كلها ما بين
5 دقائق و40 دقيقة. إذا كنت
تستخدم غراء، تستغرق التجربة وقتاً
أطول ليُتاح للغراء أن يجف.



من هنا نبدأ

في كل مرة ندير مفتاح الضوء لنشعله أو مفتاح التلفزيون، نستخدم الكهرباء. عندما نغلق باب الثلاجة أو نستمع إلى شريط مسجل، نستخدم خاصية المغنطيسية. إذا شئت يوماً أن تعرف ما هي الكهرباء وما هي المغنطيسية، وكيف تعملان وكيف نستخدمهما، فإن هذا الكتاب هو ما تبحث عنه. كتاب حافل بالأنشطة وبأشياء تصنعها. قبل أن تبدأ، اقرأ هاتين الصفحتين بأناة - فهما يعطيانك الكثير من النصائح المفيدة. بضع دقائق تصرفها الآن في القراءة قد توفر عليك فيما بعد ساعات من الانزعاج والتأخير!



وَصَلَاتٌ صَحِيحَةٌ

إذا قُمتَ بتجربة الأنشطة الكهربائية التي تجدها في الصفحات 10-37، ستجد أن الكهرباء لا تسري إلا بين شيتين يتصلان معاً بصورة صحيحة. لذا عليك حين تبني دائرة كهربائية، أن تتأكد أنها موصولة بعضها ببعض وصلاً جيداً.

إسأل راشداً أن يُعري لك أطراف الأسلاك الكهربائية المغلقة. فالكهرباء لا تسري إلا في المعدن العاري - وهي لا تسري في البلاستيك.



ثبّت سلكاً إلى طرفي توصيل، أو مربطي، البطارية بواسطة معجون تشكيل. تأكد أن الجزء المعدني من السلك يمس الجزء المعدني من البطارية.

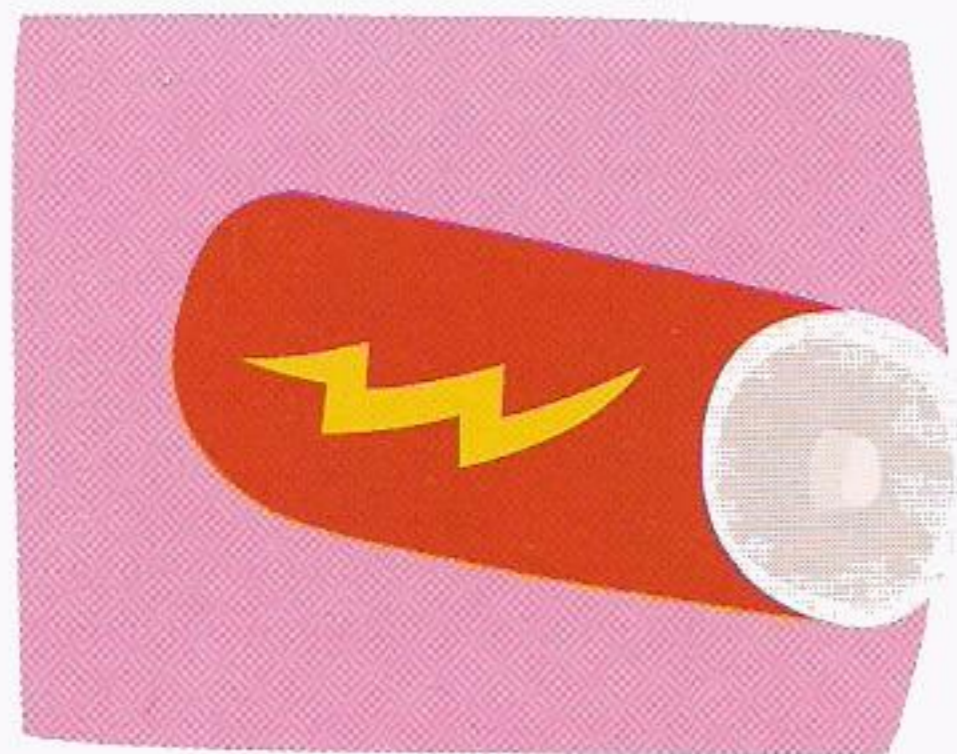


العناصر الصحيحة

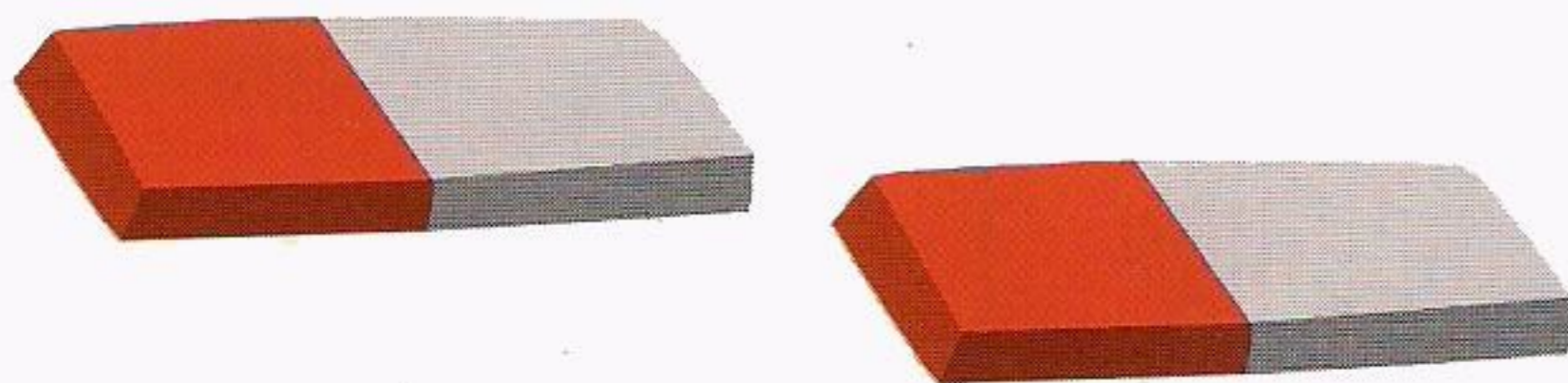
لا يلزمك لتقوم بمعظم الأنشطة والألعاب في هذا الكتاب إلا بضعة أشياء مألوفة مثل بطاريات وملاعق وليمون ومشبك ورق. أحياناً، يلزمك أشياء غير مألوفة مثل برادة الحديد وسلك رفيع ولمبات دقيقة. في بعض المدن، يمكن شراء مثل هذه الأشياء من مخازن الأشغال والهوايات.



اللمبات الدقيقة التي يمكن تركيبها في قاعدة ملوثة كهذه هي أسهل أنواع اللمبات استخداماً. يمكنك أيضاً استخدام لمبات بلا قاعدة تتركز عليها.



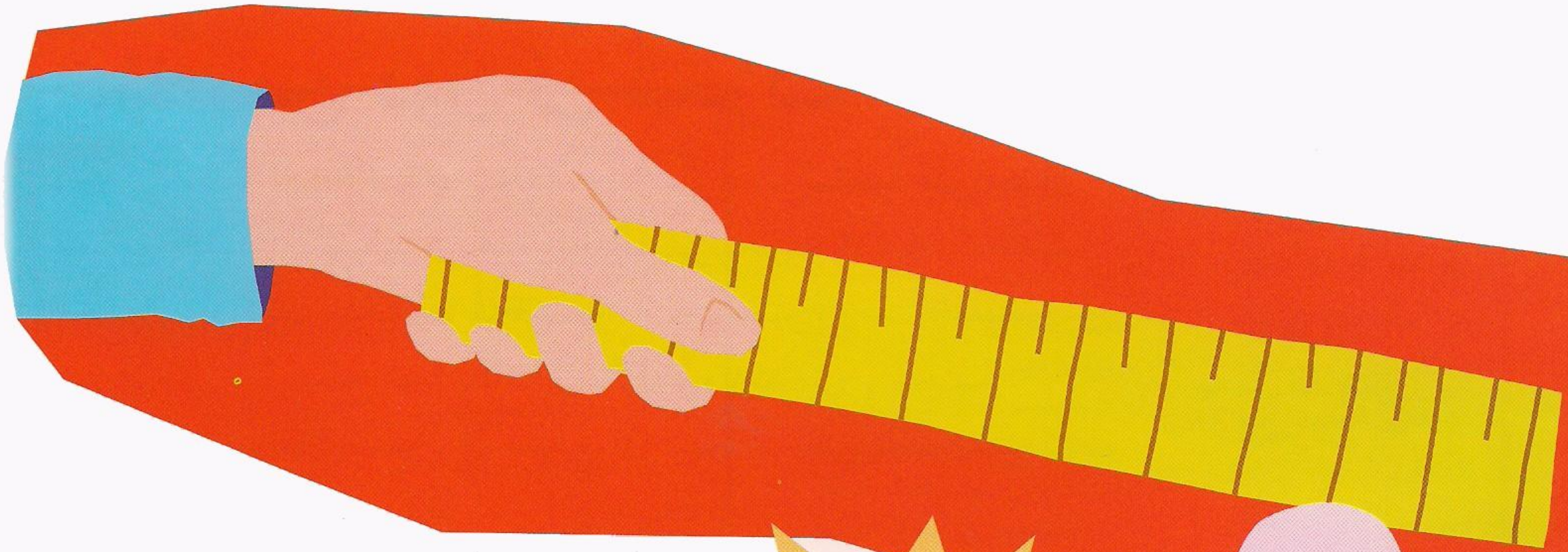
في معظم الأنشطة يكفي استعمال بطارية صغيرة. ضعها في راديو لتتأكد أنها ليست فارغة.



حاول الحصول على مغنطيسين قضيبين كهذين.



يلزمك أيضاً عدة أطوال من سلك مغلف بمادة بلاستيكية أي عازلة.



ماذا يحدث؟

عندما تدلك المسطرة، فإنك تدلك جسيمات دقيقة عليها. هذه الجسيمات، وتدعوها إلكترونات، أصغر من أن نراها، لكنها تولد كهرباء إستاتيية. ورقة الشاش ينقصها إلكترونات لذا تتحرك نحو المسطرة لتلتقط منها ما تحتاج إليه.

لِمَ ترقص الحيات؟

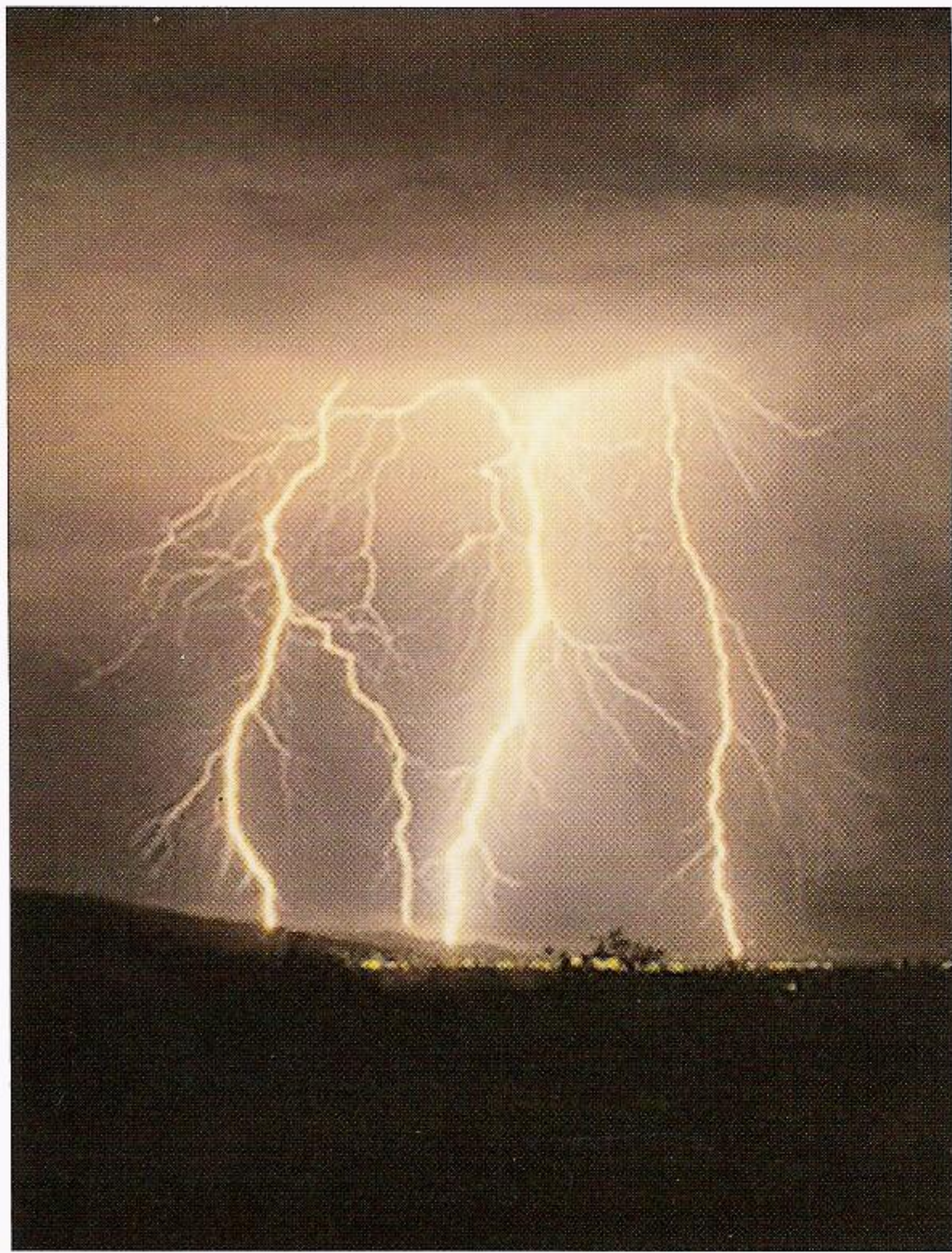


صحية الأزياء

أنصت باهتمام إذ تلتقط ثياباً مصنوعة من الفسكوز أو التايلون. إذا كانت الغرفة مغممة، انظر في المرآة إذ تحرك هذه الثياب. هل تسمع طقطقات خفيضة، أو ترى شرارات دقيقة؟

ماذا حدث؟

الطقطقات التي تسمعها والشرارات التي تراها عندما تخلع ملابسك تسبب بها حركة الإلكترونات بين جسمك وثيابك. إنها أشبه برعد وبرق خافتين للغاية.



عاصفة كهربائية

إذا ما تعاظمت الشحنة الكهربائية في سحابة، قد تحرر فجأة على شكل صاعقة من البرق. حرارة البرق تسخن الهواء فيتمدد مولداً قصف الرعد.

اللوازم
5
♦ ثياب مصنوعة من
التايلون أو الفسكوز
♦ مرآة



وَخَز وَنَخَز

نَظْرَةٌ إِلَى الْمَاضِي

شَرَارَاتِ سَاطِعَةٍ

اِكْتَشَفَ الْإِغْرِيقُ الْقُدَامِي الْكَهْرَبَاءَ
السَّائِكَةَ قَبْلَ مَا يَزِيدُ عَلَى 2000 عَامٍ.
أَدْرَكُوا أَنَّ الْكَهْرَمَانَ، وَهُوَ نُسْجُ شَجَرٍ
مُتَحَجَّرٍ، إِذَا مَا دُلِكَ بِالْحَرِيرِ، صَارَ لَهُ
الْقُدْرَةُ عَلَى التَّقَاطِطِ الرَّيْشِ. إِنَّ كَلِمَتِي
الْكَهْرَبَاءَ وَالْإِكْتَرُونَ فِي بَعْضِ
اللُّغَاتِ مُشْتَقَّتَانِ مِنَ
الْكَلِمَةِ الْيُونَانِيَّةِ الْإِكْتَرَا
وَالَّتِي تَعْنِي كَهْرَمَانَ.

الْكَهْرَبَاءُ شَكْلٌ مِنْ أَشْكَالِ الطَّاقَةِ - فَلَهَا الْقُدْرَةُ عَلَى
إِحْدَاثِ الْأَشْيَاءِ. عَلَى سَبِيلِ الْمِثَالِ، إِنَّهَا تُسَخَّنُ مُحَمَّصَةً
وَتُضْيِئُ لَمْبَةً. نُفَكِّرُ عَادَةً بِالْكَهْرَبَاءِ عَلَى أَنَّهَا شَيْءٌ يَسْرِي
فِي أَسْلَاكِ. لَكِنْ عِنْدَنَا شَكْلٌ آخَرٌ مِنَ الْكَهْرَبَاءِ لَا يَسْرِي
عَلَى الْإِطْلَاقِ، وَنُسَمِّيهِ الْكَهْرَبَاءَ السَّائِكَةَ أَوْ الْإِسْتَاتِيَّةَ.
بِإِمْكَانِكَ أَنْ تُوَلِّدَ هَذِهِ الْكَهْرَبَاءَ بِدَلِّكَ شَيْئَيْنِ مَعًا، مِمَّا
يَسَخَّنُ أَوْ يُعْطِي أَحَدَهُمَا شَيْئًا نُسَمِّيهِ شِخْنَةً.

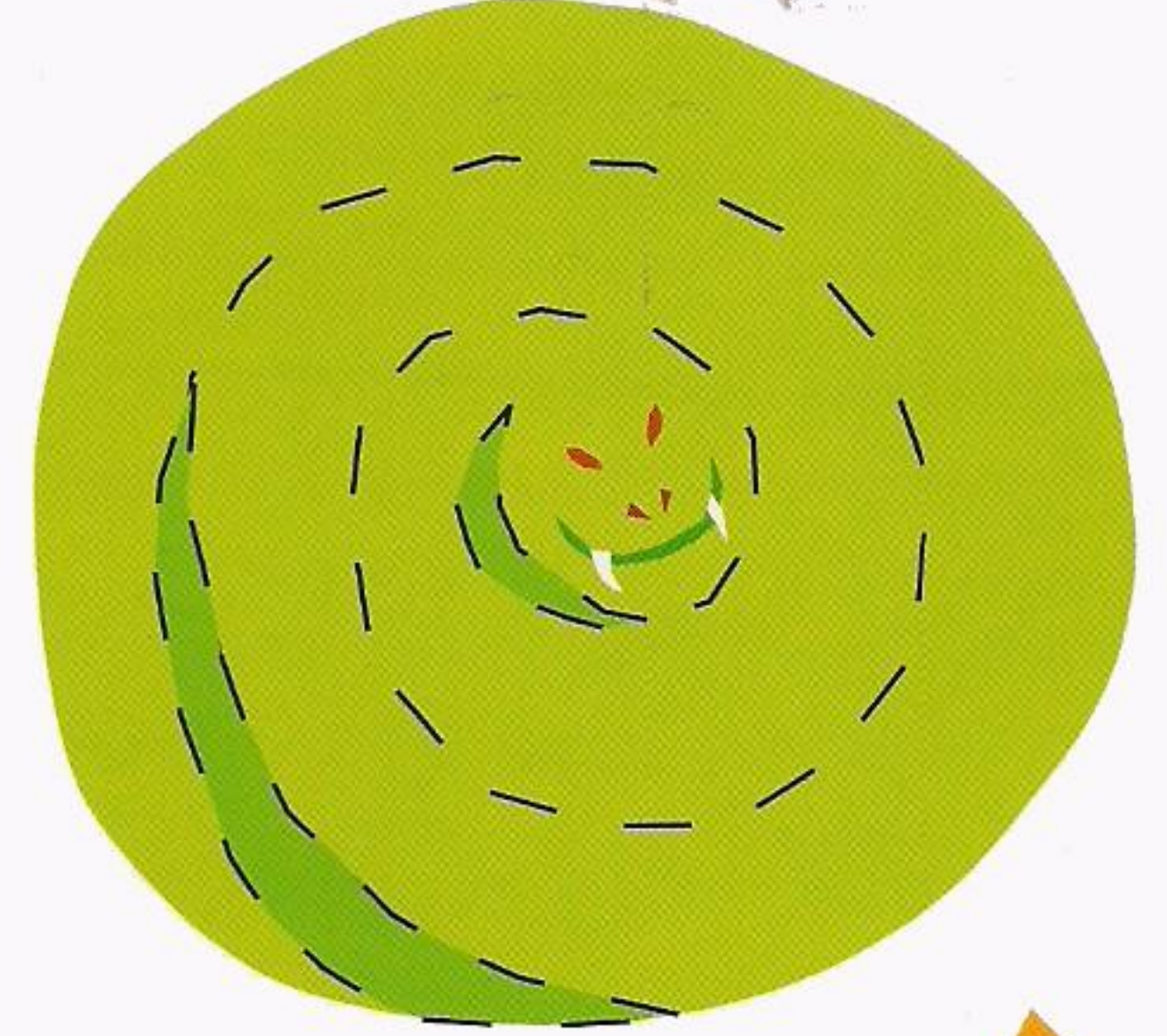
الْحَاوِي

إِسْتِخْدَامِ الْكَهْرَبَاءِ السَّائِكَةَ لِتَحْرِيكِ أَشْيَاءَ
دُونَ أَنْ تَلْمِسَهَا بِيَدَيْكَ! تَأَكَّدُ أَنْ كُلَّ مَا
تَسْتَحْدِمُهُ فِي هَذِهِ التَّجْرِبَةِ جَافٌ.

10

اللَّوْازِمُ

- ♦ وَرَقٌ شَاشٍ، أَوْ نَسِيجِي
- ♦ مِسْطَرَّةٌ پِلَاسْتِيكِيَّةٌ
- ♦ قَمَاشٌ نَايِلُونٌ غَيْرٌ لَازِمٌ
- ♦ مَقْصٌ



1 إنْسَخْ هَذَا التَّمُودِجَ عَلَى وَرَقَةِ شَاشٍ
وَفَصِّلْهُ. قُصَّ مَعَ خَطِّ التَّنْقِيطِ، ثُمَّ اسْحَبْ
أَحَدَ الطَّرْفَيْنِ لِيَكُونَ عِنْدَكَ حَيَّةٌ لَوْلَبِيَّةٌ.
فَصِّلْ لِتَجْرِبَتِكَ حَيَّاتٍ أُخْرَى.



3 حَرِّكِ الْمِسْطَرَّةَ قَرِبَ الْحَيَّاتِ
الَّتِي صَنَعْتَهَا. هَلْ بِإِمْكَانِكَ أَنْ
تَرْفَعَهَا مِنْ دُونَ أَنْ تَلْمِسَهَا؟

2 أَدُلِّكِ مِسْطَرَّةً پِلَاسْتِيكِيَّةً
مَرَّاتٍ عَدَّةً بِقَمَاشَةِ النَّايِلُونِ.

في الكيس

قُصَّ مِنَ الكيسِ شَقَّةٌ
وَأدْلُكُهَا بِقُمَاشَةِ النَّيْلُونِ .
هَذَا سَيَشْحَنُهَا بِتَزْوِيدِهَا
بِكَمِّيَّةٍ إِضَافِيَّةٍ مِنْ
الإِلِكْتِرُونَاتِ . ثَمَّ ادْلُكُ
كُلًّا مِنَ الأَشْيَاءِ الأُخْرَى
بَدَوْرِهِ . قَرِّبْهَا مِنْ شَقَّةِ
الْبِلَاسْتِيكِ المَشْحُونَةِ .

إِذَا كَانَتْ قَدْ فَقَدَتْ إِلِكْتِرُونَاتٍ ،
يَكُونُ لَهَا شِخْنَةٌ مُعَاكِسَةٌ لِشِخْنَةِ الشَّقَّةِ فَتَنْجَذِبُ نَحْوَهَا .
وَإِذَا كَانَتْ قَدْ كَسَبَتْ إِلِكْتِرُونَاتٍ ، يَكُونُ لَهَا شِخْنَةٌ
الشَّقَّةِ نَفْسُهَا فَتَتَنَافَرُ مَعَهَا .

5

اللّوازم

- ◆ كيس نايلون
- ◆ قماشة نايلون
- ◆ أشياء مصنوعة من مواد مختلفة، مثلًا
شوكية معدنية، ملعقة خشبية، كوب
من الصيني، مسطرة بلاستيكية،
كوب زجاجي، كلة (بليّة)، ممحاة.

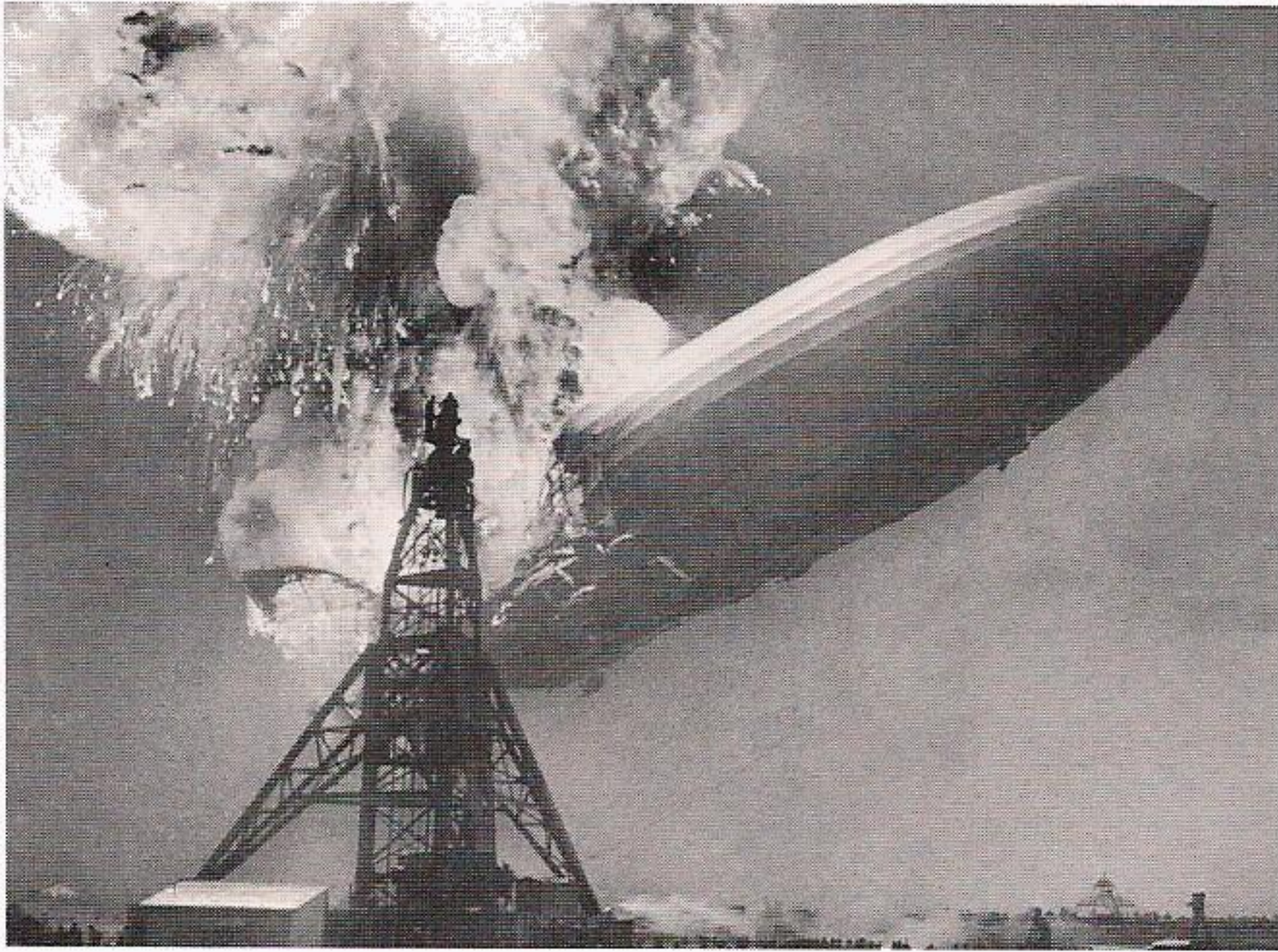
يَقِفُ الشَّعْرُ

الجِسْمُ الَّذِي يَكْسِبُ
الإِلِكْتِرُونَاتِ يَكُونُ لَهُ شِخْنَةٌ
مُعَاكِسَةٌ لِجِسْمٍ يَكُونُ قَدْ
فَقَدَ الإِلِكْتِرُونَاتِ . مَاذَا
يَحْدُثُ عِنْدَمَا تَشْحَنُ شَعْرَكَ
بِتَمْرِيرِ مُشْطٍ بِلَاسْتِيكِيٍّ فِيهِ
مَرَّاتٍ عَدِيدَةٌ ؟



ماذا حدث ؟

المُشْطُ يَنْقُلُ إِلَى شَعْرِكَ الإِلِكْتِرُونَاتِ . يُعْطِي كُلَّ شَعْرَةٍ مِنْ
شَعْرَاتِكَ نَوْعَ الشَّخْنَةِ نَفْسَهُ . وَإِذَا لَا تَسْتَطِيعُ الشَّعْرَاتُ أَنْ
تُلْقِيَ بِالإِلِكْتِرُونَاتِهَا الزَّائِدَةِ عَلَى بَعْضِهَا البَعْضِ ، فَإِنَّهَا تَقِفُ
لِتَتَبَاعَدَ .



إِحْتِرَاقُ سَفِينَةِ هَوَائِيَّةٍ

فِي العَامِ 1937 ، هَبَّتِ النَّارُ فِي السَّفِينَةِ الهَوَائِيَّةِ الضَّخْمَةِ هِنْدِنْبِرْغِ
عِنْدَمَا أَلْقَى بَعْضُ مَلاحِهَا جِبَالًا إِلَى الأَرْضِ . لَمْ يُدْرِكُوا أَنَّ
الطَّقْسَ كَانَ عَاصِفًا وَأَنَّ هَيْكَلَ السَّفِينَةِ الخَارِجِيَّ كَانَ شَدِيدَ
السَّخْنِ . هَذَا السَّخْنُ جَرَى فِي الجِبَالِ وَوَصَلَ إِلَى الأَرْضِ مُسَبِّبًا
شَرَارَةً أَشْعَلَتْ الغَازَ فِي دَاخِلِ السَّفِينَةِ الهَوَائِيَّةِ .

ماذا حدث ؟

عِنْدَمَا تَدْلُكُ الأَشْيَاءَ البِلَاسْتِيكِيَّةَ ، مِثْلَ المِسْطَرَّةِ ، فَإِنَّهَا تَكْسِبُ
الإِلِكْتِرُونَاتِ . لِذَا فَإِنَّهَا تَتَنَافَرُ مَعَ شَقَّةِ البِلَاسْتِيكِ . الأَجْسَامُ
المَعْدِنِيَّةُ ، مِثْلُ الشَّوْكَةِ المَعْدِنِيَّةِ ، تَفْقِدُ الإِلِكْتِرُونَاتِ لِذَا تَجَذِبُ
الشَّقَّةَ . بَعْضُ الأَجْسَامِ ، مِثْلُ المِمْحَاةِ ، تَكَادُ لَا تَلْتَقِطُ أَيَّ
الإِلِكْتِرُونَاتِ لِذَا فَإِنَّ تَأْثِيرَهَا فِي الشَّقَّةِ ضَعِيفٌ لِلغَايَةِ .

حَرِّكْ مِنْ دُونِ أَنْ تُحَرِّكْ!

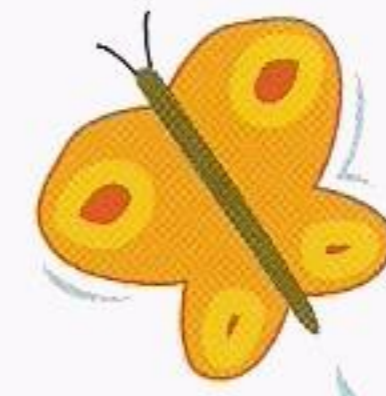
لا يميلُ الجِسْمُ إلى الاحتِفاظِ بشِخْنَتِهِ . وإذا أمكَنَ فإنَّه يُسَقِطُها على أجسامٍ قريبةٍ . بإمكانِكَ أن تَسْتفيدَ من هذه الخاصَّةِ في تحريكِ الأشياءِ . يتجاذبُ الجِسْمَانِ إذا كانت شِخْنَتَاهُمَا مُتعاكِستينِ أو مُتضادَّتينِ . وهذا يجعلُهُما يتقاربانِ إلى حدٍّ يَسْمَحُ لهما بالتَّشَارِكِ بالإلِكْتروناَتِ ليزولَ شِخْنُهُما . إذا كان لهما الشِّخْنَةُ نَفْسُها ، لا يَسْتَطِيعُ أيُّ منهما أن يُلقِيَ الإلِكْتروناَتِ على الآخرِ فيتنافَراَنِ أو يَدْفَعُ أحدهُما الآخرَ .

ما الذي
يَجْعَلُ الفِراشَةَ
تَتَحَرِّكُ؟

اللَّوازمُ

20

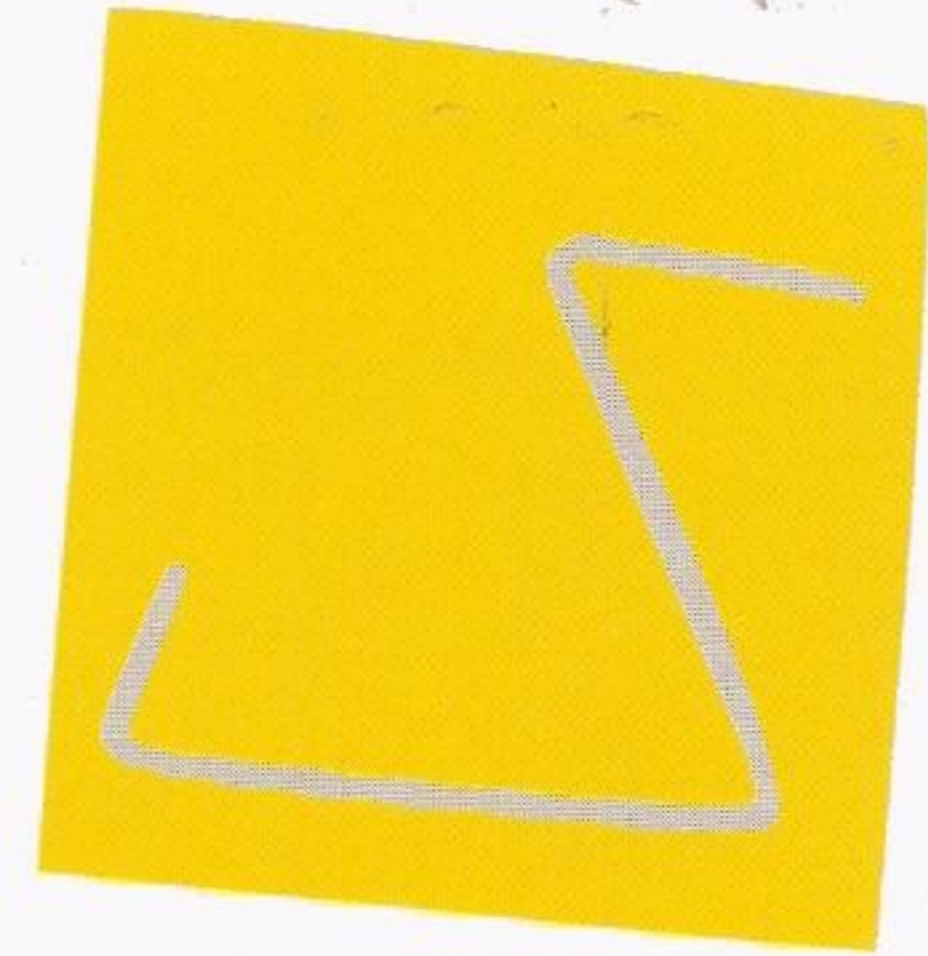
- ♦ مَشْبِكُ وَرَقٍ مَعْدِنِي
- ♦ مَرطَبانِ مُرَبِّي (بَرطمان) فارغ
- ♦ مَعجونُ تَشكيل
- ♦ وَرَقُ أَلْمِنيوم
- ♦ وَرَقُ شاشِ (وَرَقُ نَسِيجِي)
- ♦ مِسْطَرَةٌ پِلاستيكيَّة
- ♦ قُمَاشَةٌ قَدِيمَةٌ مِنَ النَّايِلون
- ♦ مَقْص



طَيَّرَ فِراشَةَ!

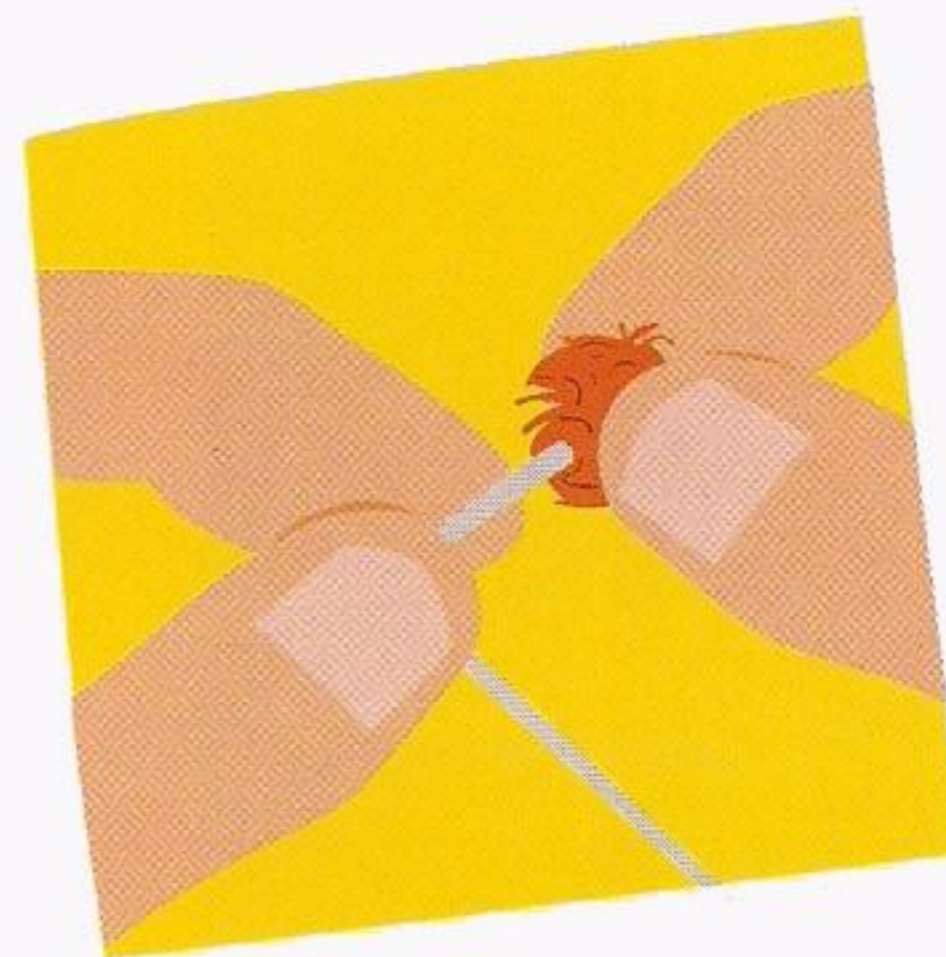
إشْحَنُ فِراشَةَ مِنْ وَرَقٍ رَقِيقٍ
واجْعَلْها تَطِيرُ.

1 إِفْتَحْ مِشْبِكَ الوَرَقِ ،
واثْبِتْهُ إلى الشِّكْلِ الذي تَراهُ
في الصُّورَةِ .



4 أدلُّكَ مِسْطَرَةٌ پِلاستيك بِقُمَاشَةٍ نايِلون . هذا
يَشْحَنُها (أُنظُرْ ص 6-7) . راقِبِ الفِراشَةَ بانْتباهٍ إذ
تُقَرِّبُ المِسْطَرَةَ مِنْ كُرَّةِ وَرَقِ الأَلْمِنيوم . هل تَرى
جَنَاحَيِ الفِراشَةَ يَتَحَرِّكُانِ؟

2 خُذْ رُقَاقَةً مِنْ وَرَقِ
الأَلْمِنيوم ، بِحَجْمِ اليَدِ
تَقْرِيبًا ، ولقِّها إلى كُرَّةِ
مَشْدودَةٍ . اغْرِزْ ظَرْفَ
مِشْبِكِ الوَرَقِ في كُرَّةِ
رُقَاقَةِ الأَلْمِنيوم .



ماذا حَدَثَ؟

للمِسْطَرَةِ المَشْحونَةِ الكَثِيرِ مِنَ الإلِكْتروناَتِ الفائِضَةِ تُريدُ أن
تَتَخَلَّصَ منها بِرَميها على أجسامٍ أُخرى حولها . وهي تُصَبِّحُ
قادرةً على ذلكَ عندما تُقَرِّبُها مِنَ الكُرَّةِ ، إذ يَسْهُلُ على
الإلِكْتروناَتِ التَّحَرُّكُ في المَعْدِنِ . وهكذا تَنْتَقِلُ الإلِكْتروناَتُ
إلى كُرَّةِ الأَلْمِنيوم وتَمُرُّ فيها ، ومن ثَمَّ في مِشْبِكِ الوَرَقِ فإلى
الفِراشَةِ الوَرَقِيَّةِ . ولَمَّا كانت تُعْطِي جَنَاحَيِ الفِراشَةَ الشِّخْنَةَ
نَفْسُها ، فالجَنَاحانِ يَتنافَراَنِ ، أي يَدْفَعُ أحدهُما الآخرَ وَيَنْفَتِحانِ .

3 ضَعْ مِشْبِكَ الوَرَقِ على
حَاقَةِ المَرطَبانِ واسْتخدمِ
قَليلًا مِنْ مَعجونِ التَّشكيلِ
لِثَبَّتِهِ في مَوْضِعِهِ . فَصِّلْ مِنْ
وَرَقِ الشَّاشِ فِراشَةَ صَغِيرَةً ،
وضَعْها على مِشْبِكِ الوَرَقِ
داخِلَ المَرطَبانِ .



- لمبة مصباح يدوي صغيرة (لا تتجاوز قطبيتها 3 ف أو 4,5 ف)
- بطارية 5, آف، قياس أ
- سلكان مغلفان بعازل
- مشبك ورق معدني
- شريط لاصق

ماذا حدث للمبة حين قطعت الدارة؟

ماذا حدث؟

عندما قُطعت الدارة، انقطع سريان الكهرباء ولم تُعدّ تصل إلى اللّمْبة فانطفأت. مشبك الورق المعدني يصل بين الطرفين المنقطعين في الدارة. فالكهرباء تسري فيه مُنتقلةً من طرف في السلك المقطوع إلى الطرف الآخر. المشبك الورقي إذا يكمل الدارة، ويسمح بتوهج اللّمْبة. وهو بهذه الطريقة يعمل عمل مفتاح كهربائي.



صِلْ ما انقطع
اتبع خطوات التجربة السابقة ثانية لتجعل لمبة مصباحك اليدوي تضيء. إسأل راشداً أن يقصّر أحد السلكين عند منتصفه ليقطع الدارة. أترك كل شيء آخر في مكانه. الآن اسأل الراشد أن يساعدك في تعرية الطرفين السائبين من السلك المنقطع. ثم استخدم مشبك ورق معدنيًا لتصل بين الطرفين السائبين. ما الذي يحدث للّمْبة؟

نظرة إلى الماضي

علامة ثراء

دخلت الكهرباء البيوت في أواخر القرن التاسع عشر. في ذلك الوقت، كانت تُعتبر من الكماليات المرتفعة التكلفة. ولم تكن موجودة إلا في بيوت الأثرياء. كانت الكهرباء مكلفة إلى حدّ أن الناس كانوا كثيرًا ما يكتفون بإدخالها إلى غرف في منازلهم دون أخرى. وبعض من لم يكونوا قادرين إلا على لمبة واحدة كانوا يضعون هذه اللّمْبة أحيانًا في مدخل المنزل ويتركونها مضاءة ليلاً ونهارًا ليتباهوا بها أمام العابرين.



لعبة الكرة الفولاذية

الكرة الفولاذية في هذه المكنة تصل بين الهدف الذي تُصيئه الكرة وقاعدة المكنة. وهذه الوصلة تكمل الدارة المنقطعة فتضيء لمبات وتترأ أصوات. وإذا تندفع الكرة مُنتقلةً بين أجزاء اللعبة، تتردد الدارة بين انقطاع واتصال بسرعة فائقة، مما يجعل من الكرة الفولاذية لعبة سريعة للغاية ومثيرة.

دارة كهربائية

التجارب التي قُمتَ بها حتى الآن كانت على الكهرباء الإستاتيّة أو الساكنة فقط -
الكهرباء التي تحدثُ عندما يتلقى جسمٌ إلكتروناتٍ أو يفقدُ بالذّلك إلكتروناتٍ . على أنّ
من الكهرباء نوعًا آخرَ عظيمَ الفائدةِ تُولّدهُ إلكتروناتٌ ساريةٌ . نُسَمي هذا النوعَ كهرباءَ
التّيّارِ . يسهلُ انتقالُ الإلكتروناتِ عبر المعادنِ . ويُمكنكُ باستخدامِ بطاريةٍ أن تدفعَ
الإلكتروناتِ في سلكٍ حتى آخرِهِ . يلزمكُ لتقومَ بذلك أن تُشكّلَ حلقةً تامّةً نُسَميها دارةً ،
تؤمنُ سريانَ الإلكتروناتِ خروجًا من البطاريةِ والعودةَ إليها من دون انقطاعِ .

تجربة مضيئة

عندما تسري كهرباءُ التّيّارِ في هذه
الدارةِ فإنها تُضيءُ لمبةً .

اللوازم
10
• لمبةٌ مصباح يدويّ
صغيرة (لا تتجاوزُ قوتها
3 ف أو 4,5 ف)
• بطارية 5,1 ف، قياس أ
• سلكان مغلّفان بعازل
• شريط لاصق

1 إسأل راشدًا أن
يُعرّي 2 سم من
طرفي كلِّ من
السلكين .

2 استخدام شريطًا
لاصقًا لتثبت طرفًا عاريًا
من أحد السلكين إلى
الحدبة الفضيّة في أعلى
البطارية . نُسَمي هذه الحدبة
طرف التوصيل الموجب .

3 استخدام المزيد من
الشريط اللاصق لتثبت طرفًا
عاريًا في السلك الآخر إلى
القاعدة الفضيّة في أسفل
البطارية . هذه القاعدة نُسَميها
طرف التوصيل السالب .

4 صل الطرف السائب في كلِّ من
السلكين إلى اللّمْبة . هل تتوهج اللّمْبة؟

ماذا حدث؟

شكّلت دارةً تامّةً أي غير منقطعة . تسري الإلكتروناتُ خارجةً
من البطارية، عبر أحد السلكين، وعبر اللّمْبة، وعبر السلك
الآخر لتعود وتدخل البطارية . عندما تسري الإلكتروناتُ في
اللّمْبة، فإنها تُسخنُ فتيلها وتجعلها بالتالي تتوهج .

دائرة قصيرة

قد تسخن الأسلاك في هذه التجربة - لذا اسأل راشداً العون. إتبع خطوات التجربة في ص 10 لتبني دائرة توهج معها لمبة. اسأل راشداً أن يعرّي طرفي سلك إضافي. ثم مسّ طرفي هذا السلك

بطرفي التوصيل في بطاريتك. تأكد أنك تمسّ طرفي التوصيل في وقت واحد. ماذا يحدث للمبة؟

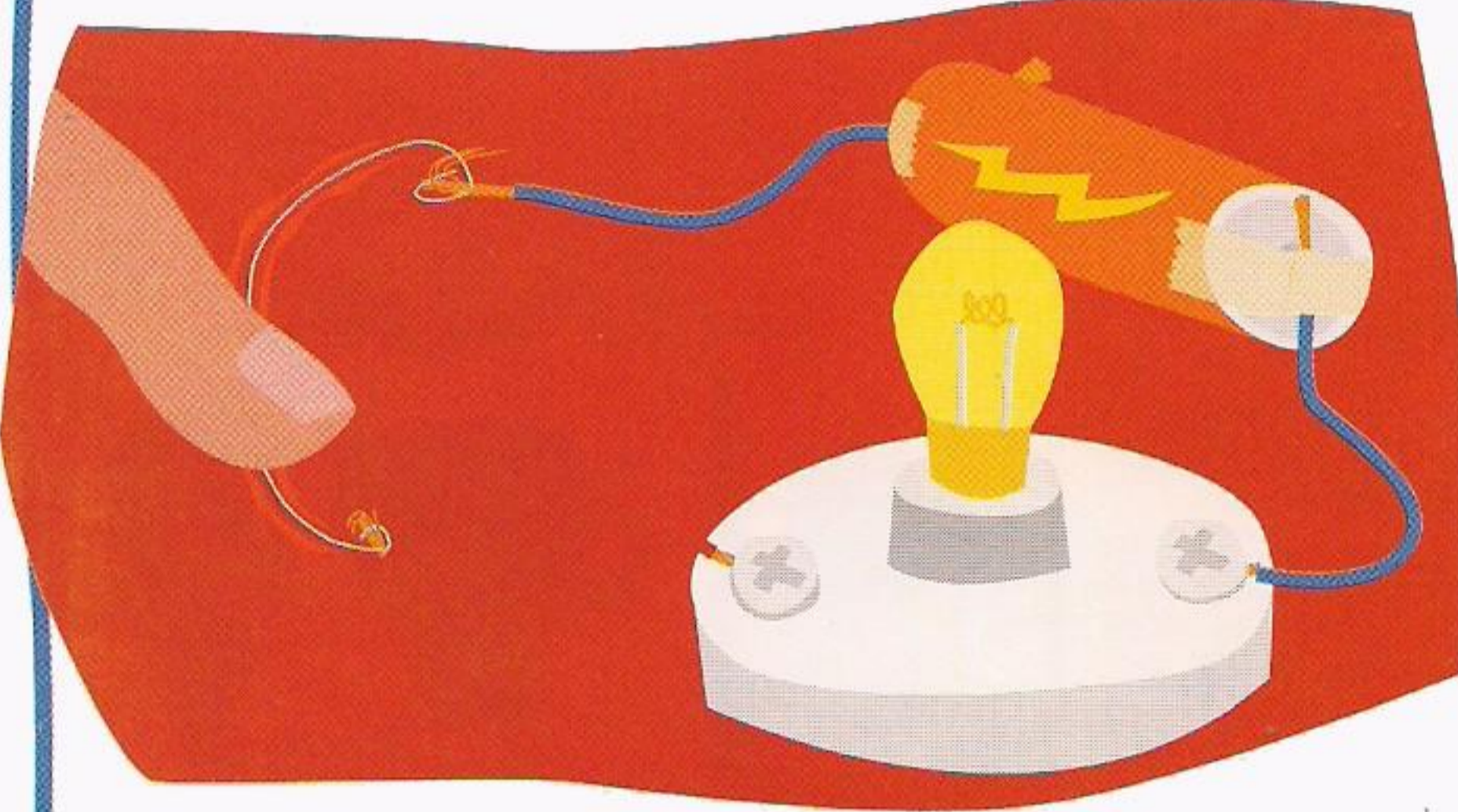
اللوازم

- ◆ لمبة مصباح يدوي صغيرة (لا تتجاوز قطبيتها 3 ف أو 4,5 ف)
- ◆ بطارية 1,5 ف، قياس أ
- ◆ ثلاثة أسلاك مغلّفة بعازل شريط لاصق

15

أسلاك تسخن

قم بتجربة الضوء الخافت (ص 12) ثانية، على أن تستخدم جديلة من سلكين رفيين فقط. أترك اللّمة توهج لمدة دقيقة على الأقل، ثم تحسّن الجديلة. ماذا تلاحظ؟



ماذا حدث؟

إذ تجد الكهرباء صعوبة بالغة في السريان عبر جديلة رفيعة للغاية، فإنها تتحوّل إلى شكل آخر من أشكال الطاقة هو الحرارة. هذه الحرارة تسخن الجديلة بعض الشيء.



توهج ساخن

اللّمة تحوّل الكهرباء إلى ضوء لأنها تحتوي على فتيلة رفيعة جداً. تجد الكهرباء صعوبة بالغة في السريان في الفتيلة، لذا تتحوّل إلى حرارة وذلك يجعل الفتيلة توهج توهجاً أبيض. هكذا تولّد اللّمة ضوءاً.

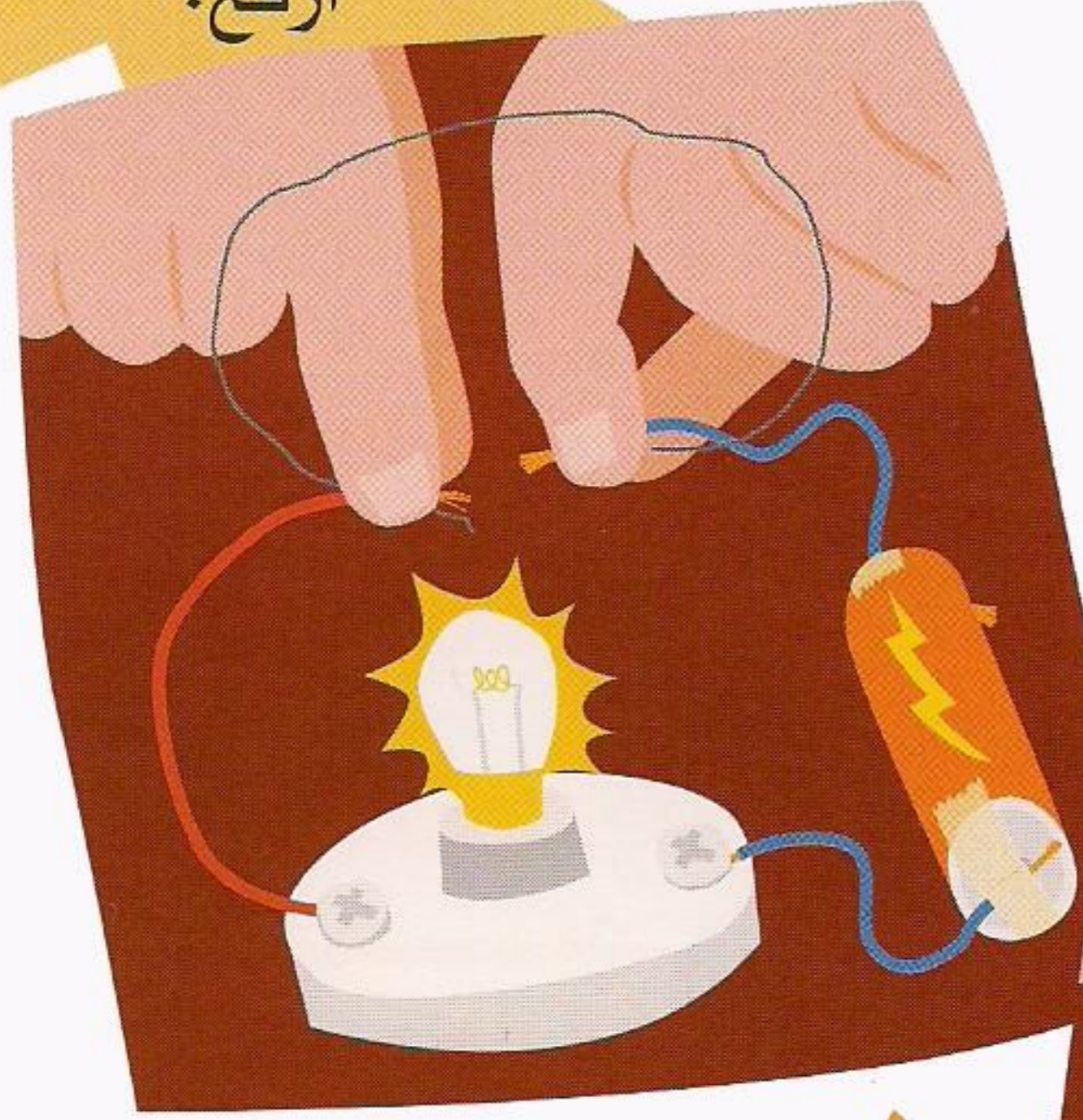
ماذا حدث؟

عندما تضع سلكاً إضافياً على طرفي التوصيل في البطارية، تنطفئ اللّمة. تسري الكهرباء في السلك الإضافي، متجاوزةً تماماً اللّمة. إذا نظرت إلى داخل اللّمة نظرة فاحصة ترى سلكاً معدنياً رفيماً نسميه فتيلة، وهو يتقلّب كمية ضئيلة جداً من الكهرباء. السلك الإضافي أسماك بكثير من الفتيلة، لذا تسري فيه الكهرباء بسهولة أكبر بكثير. وبهذا يكون السلك الإضافي دائرة قصيرة - طريقاً سهلاً يسلكه التيار الكهربائي.

غليظ ورَفِيع

بإمكان الكهرباء أن تسري في أي سلك معدني في الدارة. لكن سرّياتها في الأسلاك الغليظة أسهل من سرّياتها في الأسلاك الرفيعة. إن كمية الكهرباء التي تسري في سلك تُسمّى تيارًا. إذا استخدمت سلكًا أرفع، تجد البطارية صعوبة في دفع الكهرباء عبره فتولّد تيارًا أضعف.

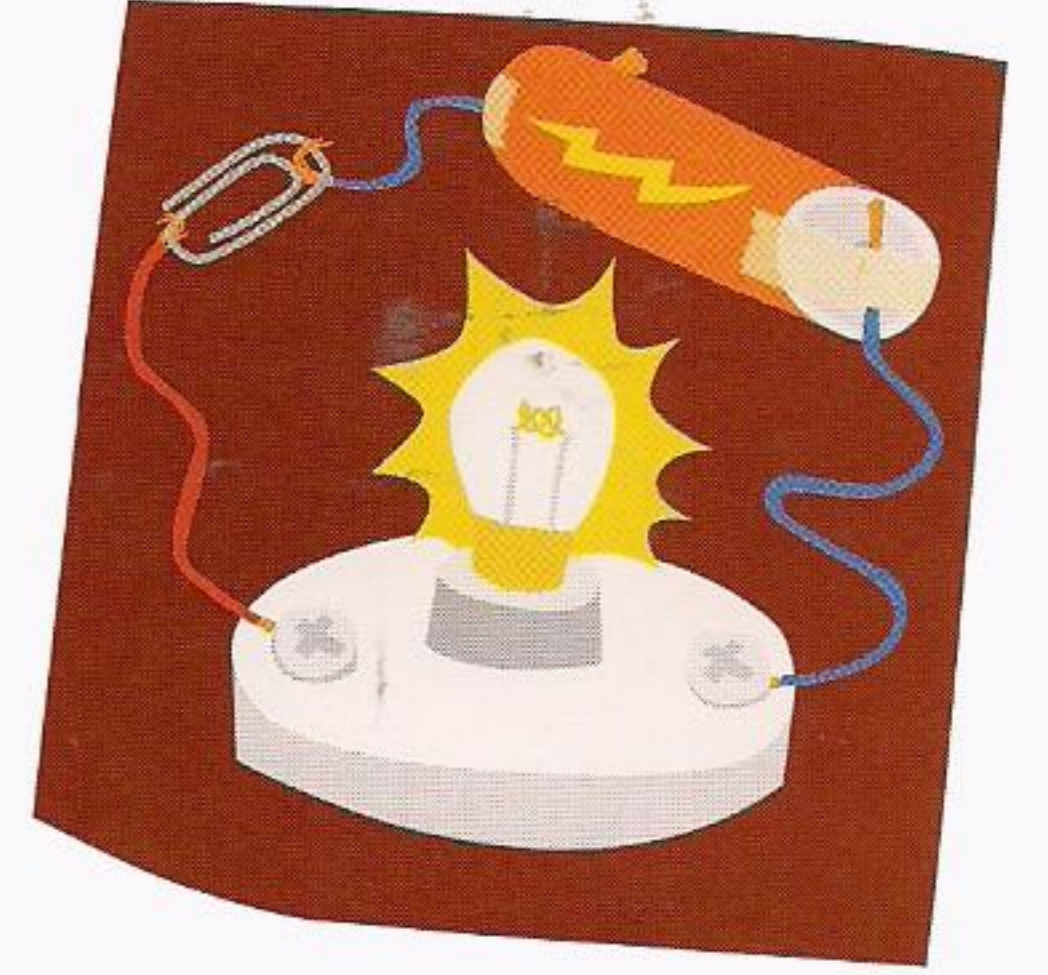
ماذا يحدث
لللمبة إذ
يستخدم سلك
أرفع؟



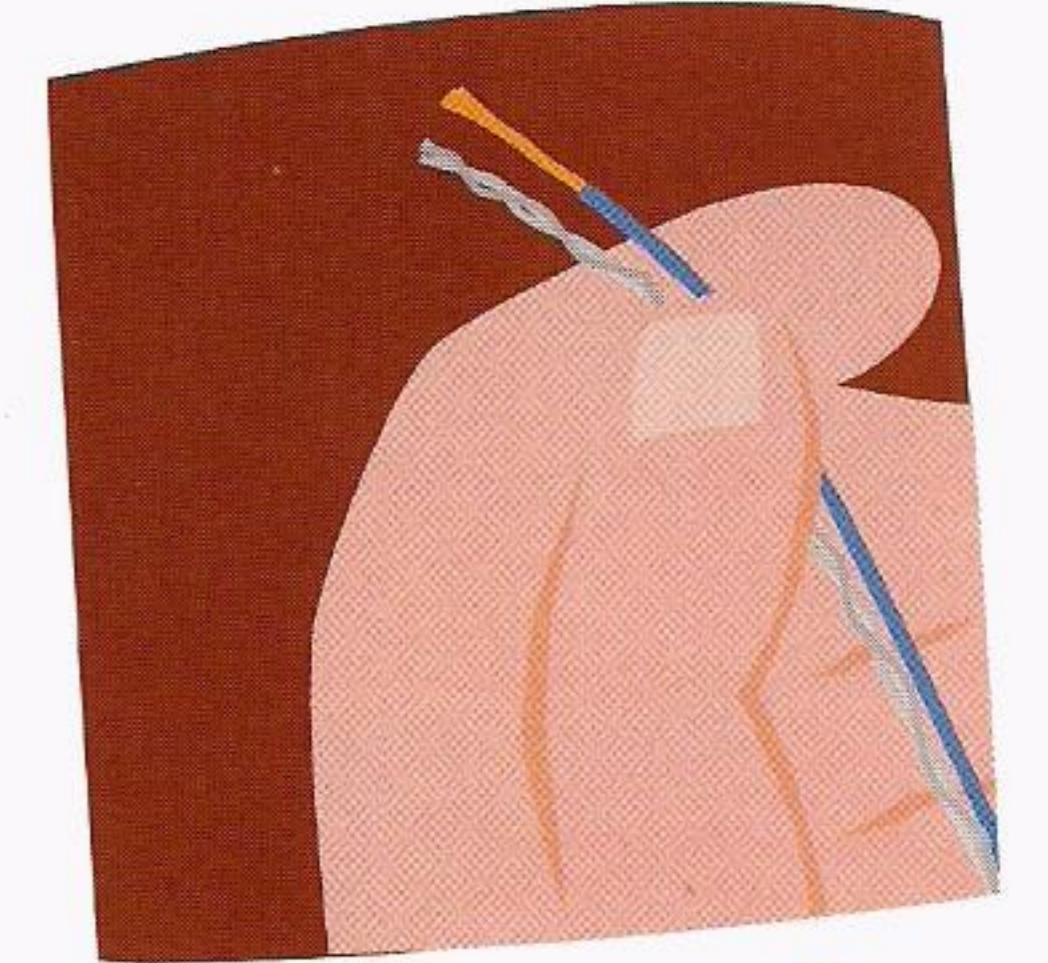
اللوّازم
15
• لمبة مصباح يدوي صغيرة
(لا تتجاوز قطبيتها 3 ف، أو 4,5 ف)
• بطارية 5,1 ف، قياس أ
• سلكان مغلّفان بعازل
• سلك رفيع
• شريط لاصق

ضوء خافت

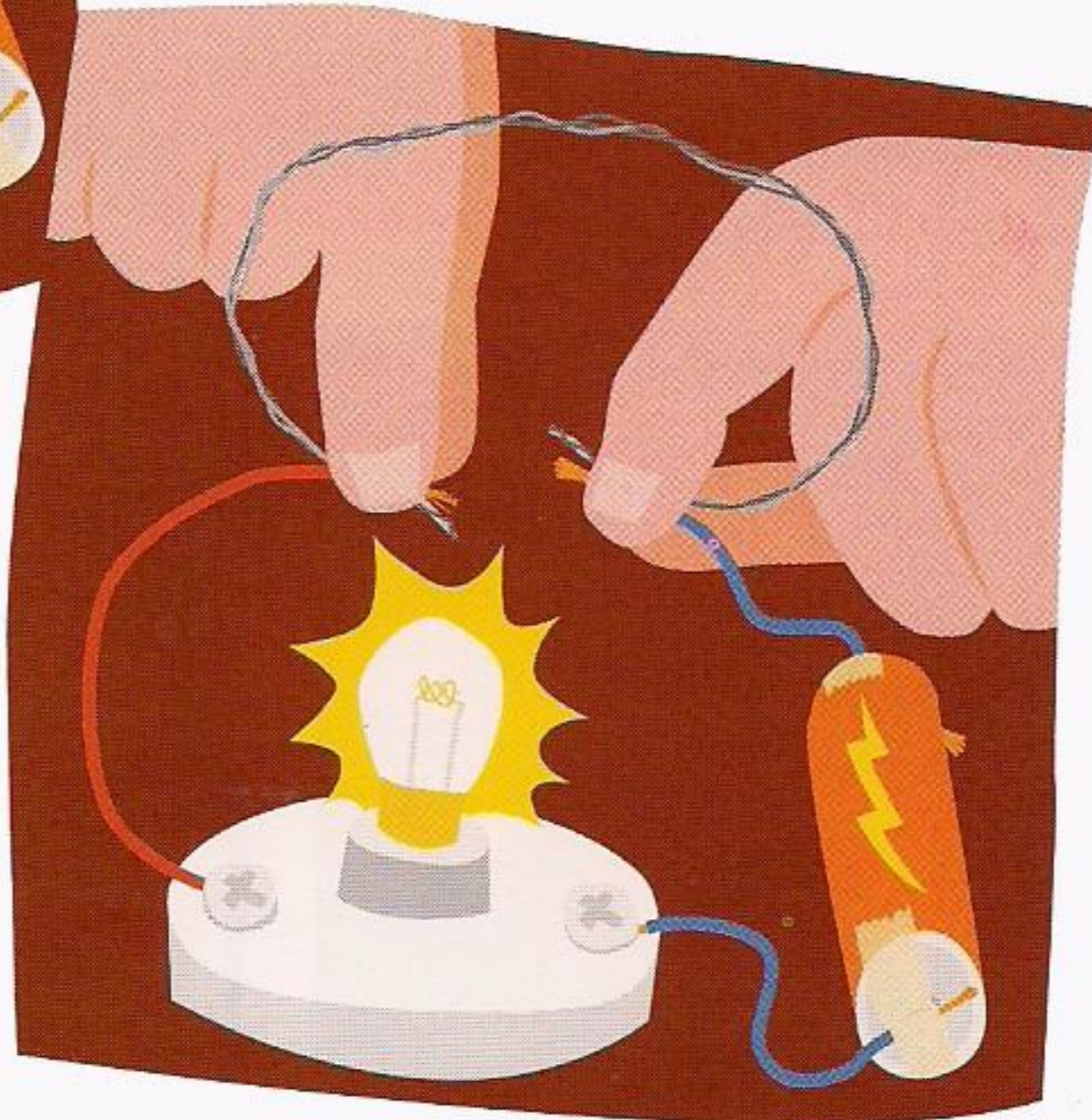
أنظر ما يحدث لللمبة عندما تستعمل في هذه الدارة سلكًا رقيقًا للغاية.



1 إتبع خطوات التجربة السابقة (ص 11) لتبني دائرة تجعل اللّمة تُضيء عندما تصلها بمشبك الورق.



4 انزع نحو ثلثي سلك السلك المجدول بحيث يبقى الطول كما هو ولكن يكون أرفع بكثير. استخدمه لتصل بين طرفي السلك المنقطع ثانية. كيف يكون توهج لمبتك الآن؟



3 استخدم السلك المجدول بدل مشبك الورق لتصل بين طرفي السلك المنقطع في الدارة. تفحص توهج اللّمة.

5 اجعل السلك أشد رفاعًا. كيف يكون أثر ذلك على اللّمة؟



ماذا حدث؟

تجد الكهرباء صعوبة في السريان في سلك رفيع. تولّد البطارية تيارًا كهربائيًا ضئيلاً في مثل هذه الحالة لذا تتوهج اللّمة بضوء خافت للغاية.

2 اجعل أسلاكًا رقيقةً مُشكلاً منها سلكًا واحدًا. اجعل السلك المجدول بسلك أسلاك المغلّفة بالعازل.

الماء والهواء

بإمكانك أن تختبر مادتين أساسيتين هما الماء والهواء لترى ما إذا كانتا موصلتين للكهرباء. لاختبار الماء، غطس السلكين في طبق صغير مملوء بالماء. ولاختبار الهواء، ما عليك إلا أن تُعرض السلكين للهواء.

هل يوصل
الماء الكهرباء؟
هل يوصل الهواء
الكهرباء؟



اللوازم

10

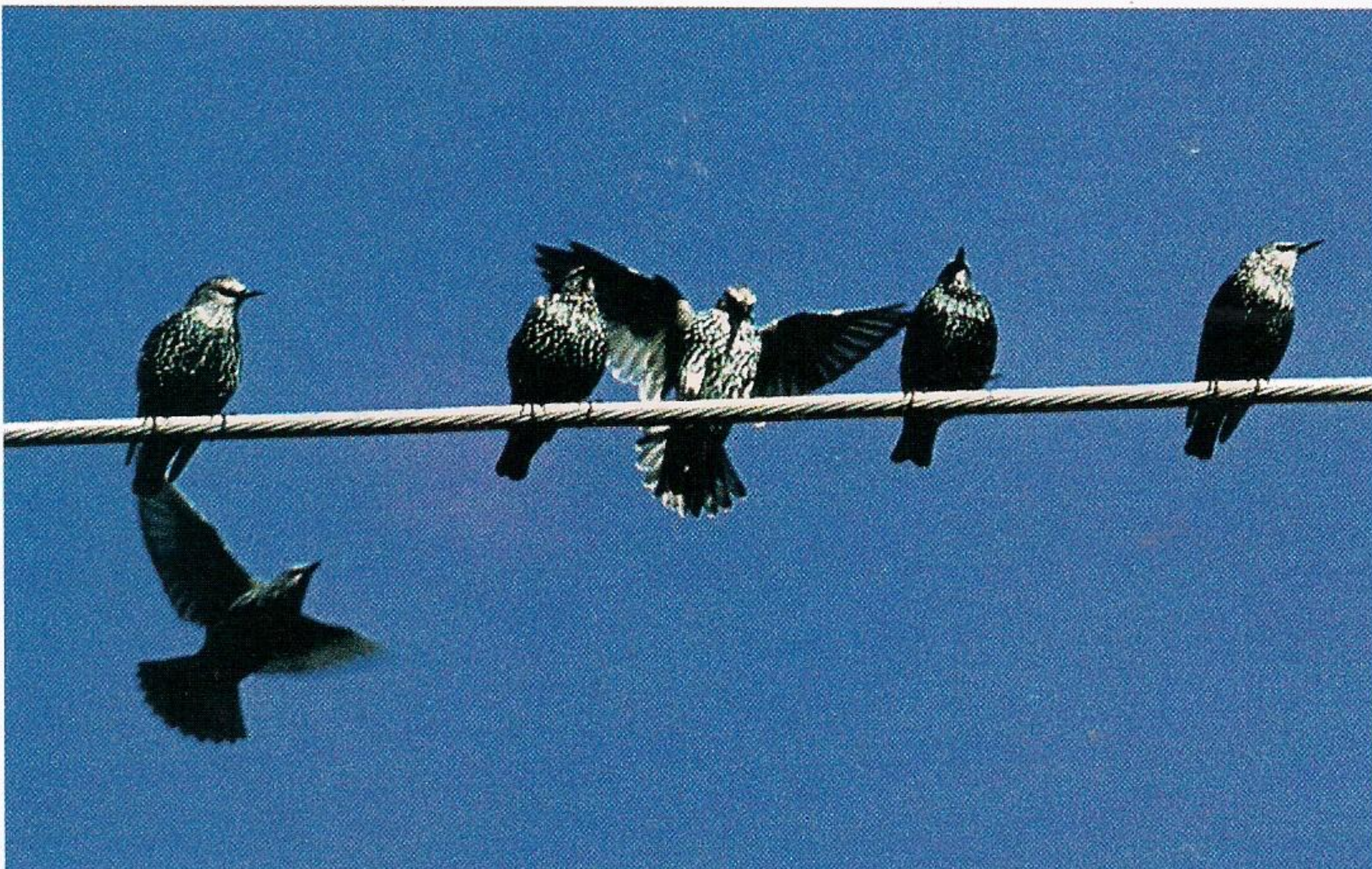
- لمبة مصباح يدوي صغيرة (لا تتجاوز قطبيتها 3 ف أو 4,5 ف)
- بطارية 1,5 ف، قياس أ
- سلكان مغلفان بعازل
- شريط لاصق
- طبق ماء صغير

ماذا حدث؟

توهج اللمبة عندما تصل الانقطاع في الدارة بالماء - لكنها لا توهج عندما تصلها بالهواء. الماء هو، مثل المعادن، يسمح بمرور التيار الكهربائي فيه، فهو إذاً موصل للكهرباء. أما الهواء فهو عازل. على أنه يحدث أحياناً أن تنتقل الكهرباء، حين تكون شديدة القوة، عبر الهواء. على سبيل المثال، تسري الكهرباء عبر الهواء مولدة البرق. بإمكانك أن تولد كهرباء إستاتيكية غير مؤذية تقفز في الهواء مسافة قصيرة (انظر ص 8).

طيور على أسلاك

يسري في هذا السلك من الكهرباء ما يكفي أن يكون مميتاً. لكن الطيور تطير حوله وتحط عليه بأمان، وكأن التيار يسري في السلك ولا يسري في الطيور. سبب ذلك أن السلك أفضل توصيلاً للكهرباء بكثير من الطيور. إياك أن تجرب أنت مثل هذا الأمر. إذا رأيت سلكاً عارياً، ابتعد عنه. فالكهرباء قد تسري في السلك العاري وتنتقل إلى الجسم ومنها إلى الأرض فتكتمل الدارة وقد يكون ذلك مميتاً.



مع التيار

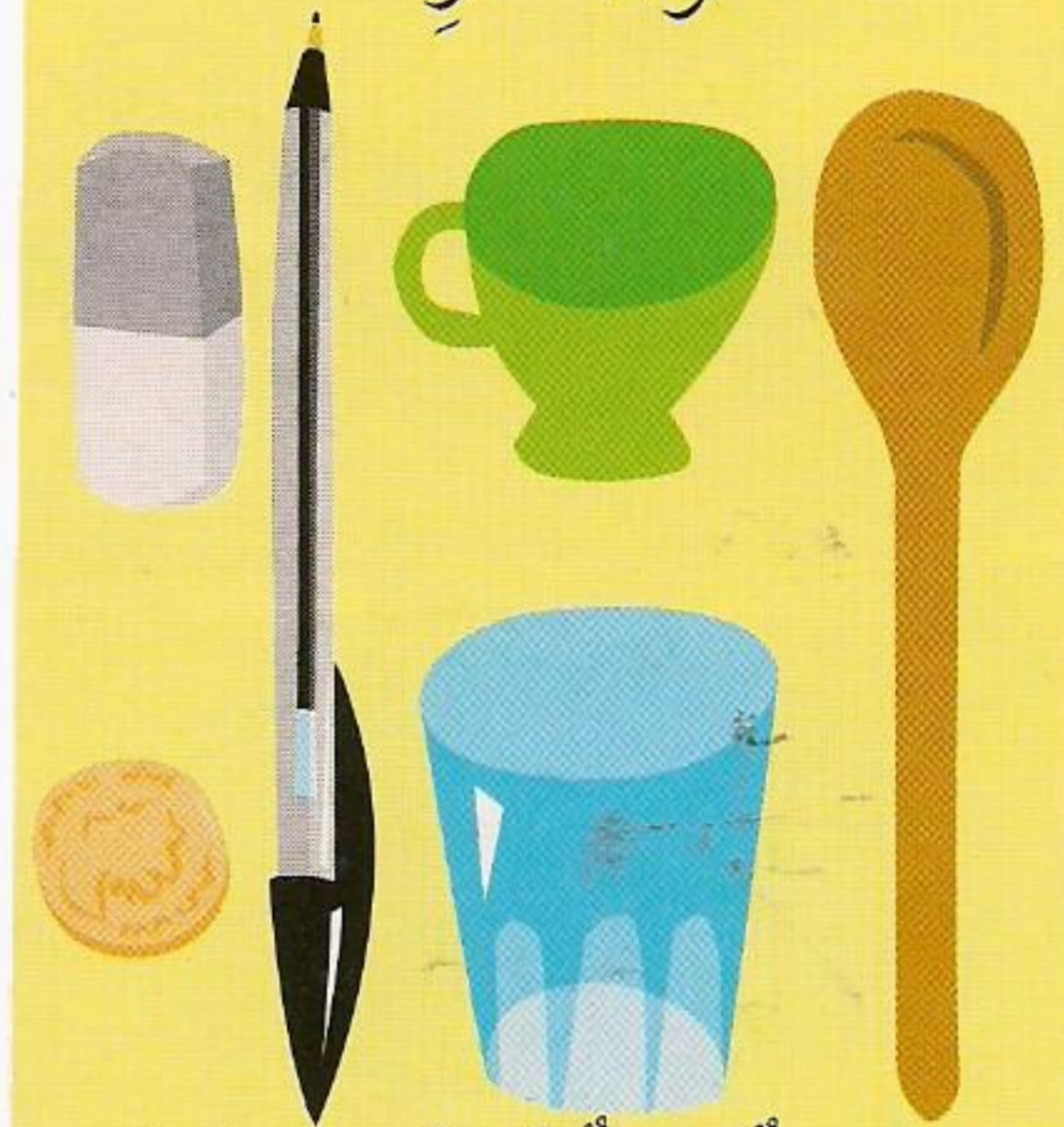
تسري الكهرباء في بعض المواد بسهولة أكثر مما تسري في غيرها. إنها تسري بسهولة بالغة في مواد نسميها موصلات، مثلًا الأجزاء المصنوعة من المعادن. المواد العازلة، من ناحية أخرى، هي مواد غير موصلة للكهرباء أي لا تسري فيها الكهرباء. المواد البلاستيكية هي عادةً مواد جيدة العزل.

15

اللوازم

- ◆ لمبة مصباح يدوي صغيرة (لا تتجاوز قطبيتها 3 ف أو 4,5 ف)
- ◆ بطارية 1,5 ف، قياس أ
- ◆ سلكان مغلغان بعازل
- ◆ مشبك ورق معدني
- ◆ شريط لاصق
- ◆ أشياء مصنوعة من مواد مختلفة مثل ممحاة وقطعة نقود معدنية وملعقة خشبية وكوب زجاجي وورقة وقلم بلاستيكي وكوب صيني

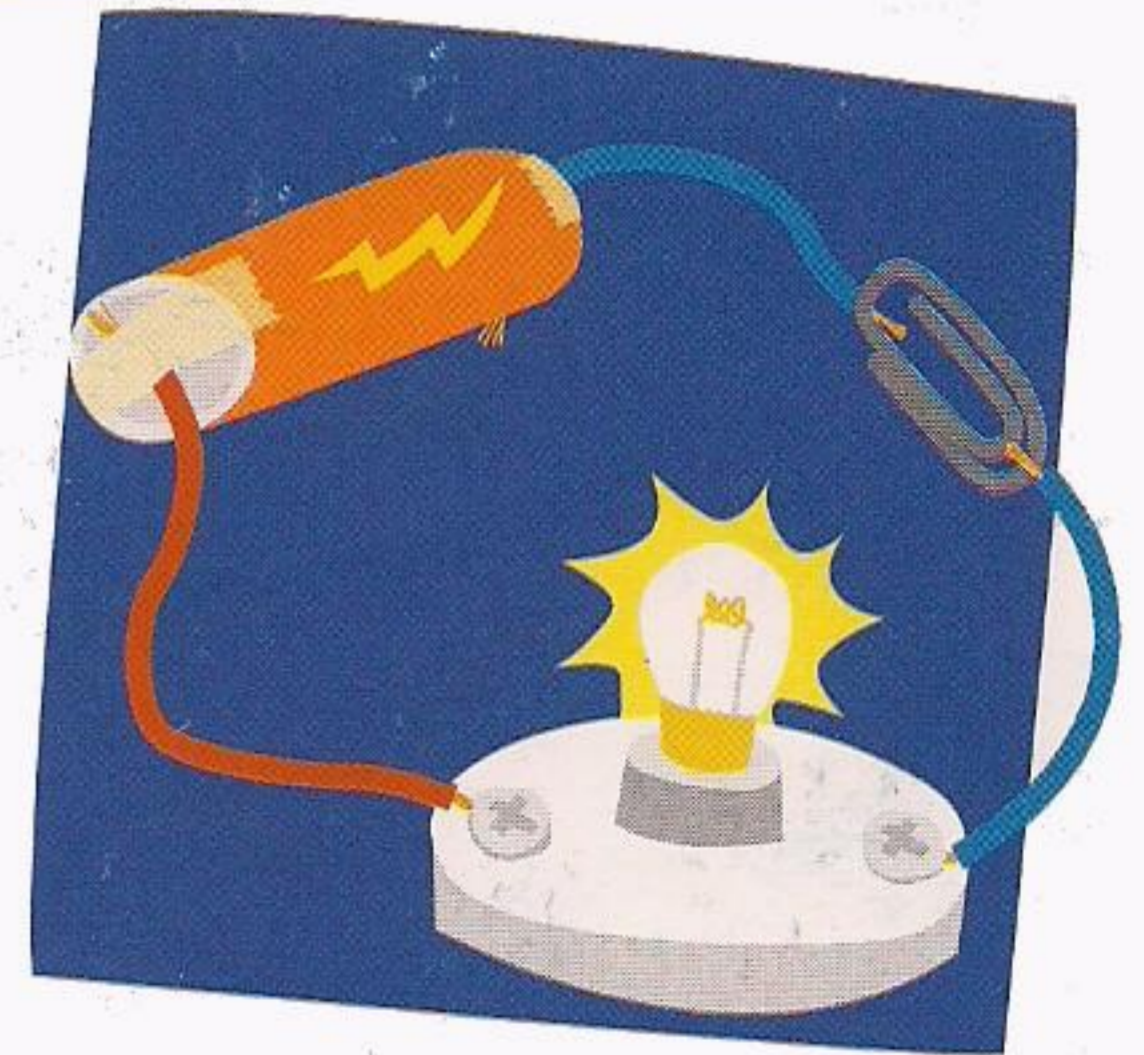
مواد عازلة



هذه طريقة سهلة يمكن بواسطتها التمييز بين المواد الموصلة والمواد العازلة.

1 إتبع خطوات

التجربة في ص 11 لتبني دائرة منقطعة. تأكد أن اللمبة تتوهج عندما تصل الانقطاع بمشبك ورقي.



ماذا حدث؟

تتوهج اللمبة عندما تُستخدم في وصل الانقطاع في الدارة أجسام مثل قطعة النقود المعدنية. ذلك أن هذه الأجسام موصلة للكهرباء. اللمبة لا تتوهج عندما تصلها بأجسام مثل الممحاة. ذلك أن هذه الأجسام عازلة. الأجسام الموصلة، على عكس العازلة، مصنوعة من مواد تسمح للإلكترونات بالسريان فيها. لذا يسري فيها التيار بسهولة.

2 استبدل بمشبك الورق شيئًا آخر، مثلًا ملعقة خشبية. هل تتوهج اللمبة الآن؟ كرر التجربة مُستخدماً كلاً من الأشياء التي جمعتها على حدة. أيها يجعل اللمبة تتوهج وأيها لا يجعلها تتوهج؟

- ◆ نُقُود مَعْدِنِيَّة وَمَسَامِيرُ
- ◆ مَصْنُوعَةٌ مِنْ مَوَادِّ مُخْتَلِفَةٍ
- ◆ أَنْوَاعٌ مُخْتَلِفَةٌ مِنَ الْفَوَاكِهِ وَالخَضْرَاوَاتِ
- ◆ أَسْلَاكٌ مُغْلَفَةٌ بِعَازِلٍ

ما أصلح أنواع
الفواكه أو الخضراوات
لتصنع منها
بطارية؟

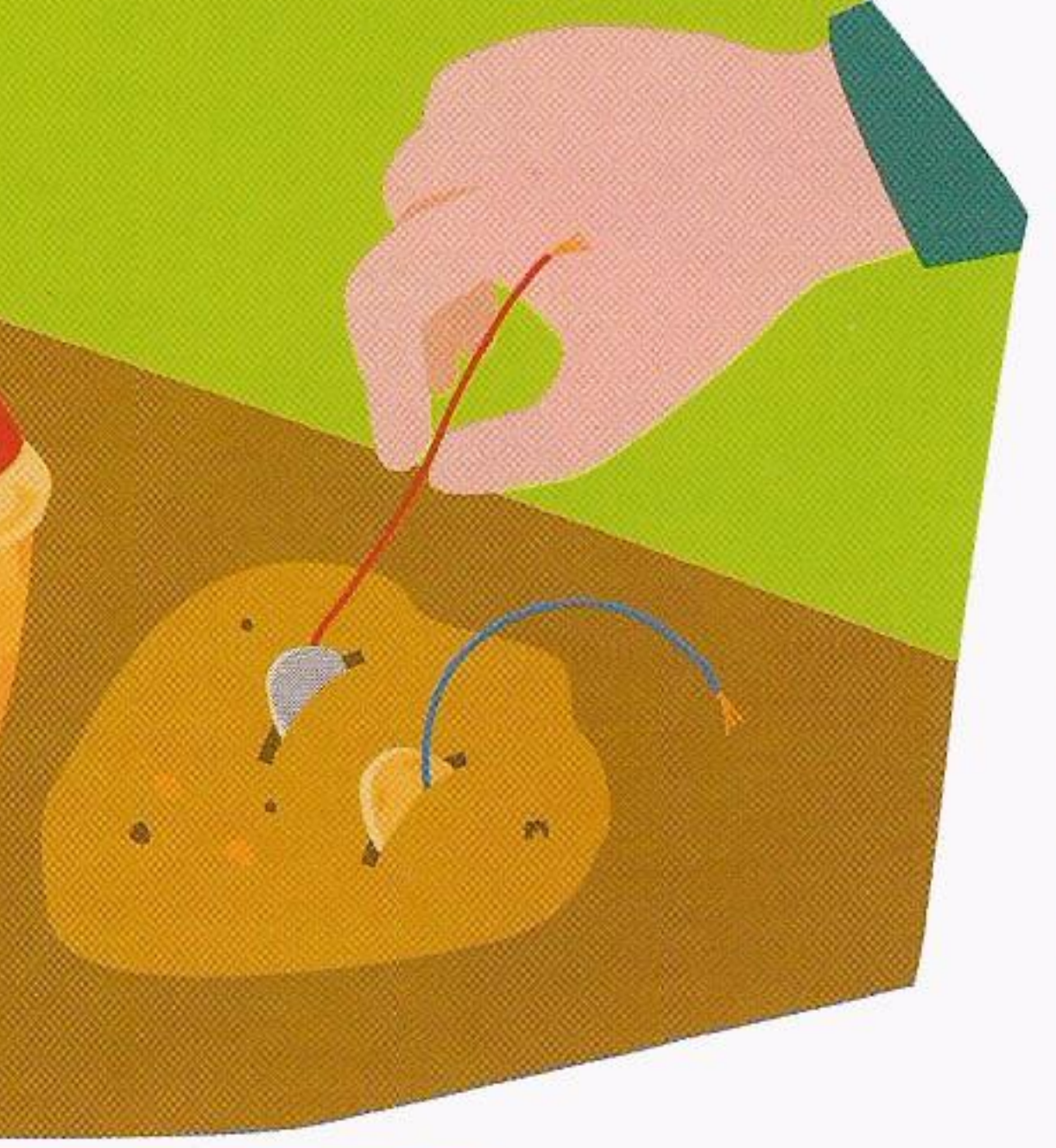
ماذا حدث؟

تَشَكِيلَاتٌ عِدَّةٌ مِنْ اجْتِمَاعِ الْفَوَاكِهِ أَوْ
الْخَضْرَاوَاتِ وَالْمَعَادِنِ يُمَكِّنُ أَنْ
تَتَشَكَّلَ مِنْهَا بَطَارِيَّاتٌ صَغِيرَةٌ. تَحْتَاجُ
أَنْ تَسْتَعْمَلَ طَعَامًا حَامِضِيًّا (البطاطسُ
جَيِّدَةٌ وَكَذَلِكَ الْأَنَانِيسُ) إِلَى جَانِبِ
مَعْدِنَيْنِ مُخْتَلِفَيْنِ. بَعْضُ التَّشَكِيلَاتِ
تُولِّدُ لَدَعًا أَشَدَّ مِنْ سِوَاهَا.

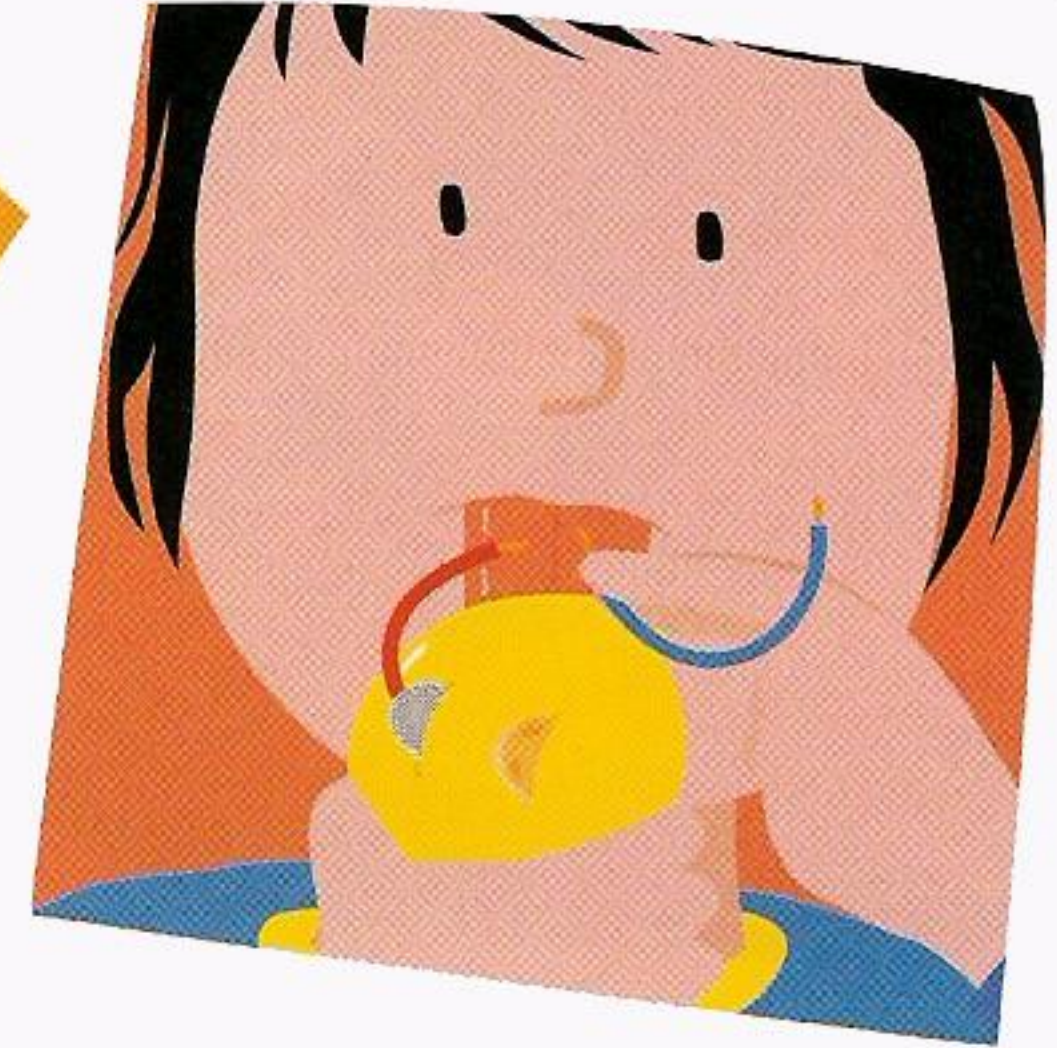


غَيْرِ الوَصْفَةِ

ثَمَارُ اللَّيْمُونِ لَيْسَتْ الثَّمَارَ الْوَحِيدَةَ الَّتِي تُولِّدُ الْكَهْرَبَاءَ.
كَرَّرَ التَّجْرِبَةَ السَّابِقَةَ مُسْتَحْدِمًا أَنْوَاعًا أُخْرَى مِنَ الْفَاكِهَةِ
وَالخَضْرَاوَاتِ. وَغَيْرِ النُّقُودِ الْمَعْدِنِيَّةِ أَيْضًا. إِذَا لَمْ يَعْذُ
عِنْدَكَ نُقُودٌ مَعْدِنِيَّةٌ تُجَرِّبُهَا، اسْتَخْدِمْ بَدَلًا مِنْهَا مَسَامِيرَ. أَيُّ
أَنْوَاعِ الْبَطَارِيَّاتِ الْمَنْزِلِيَّةِ الَّتِي تَصْنَعُهَا الْأَكْثَرُ لَدَعًا؟



4 إِسْحَبْ سِلْكًَا
مِنْ ثَمْرَةِ الْفَاكِهَةِ
ثُمَّ كَرِّرِ الْخُطُوَّةَ 3.
مَاذَا تَشْعُرُ الْآنَ؟



ماذا حدث؟

لَيْمُونَتِكَ وَقَطَعْتَ النَّقْدَ تُشَكَّلُ بَطَارِيَّةٌ بَسِيطَةٌ. لَا تُولِّدُ مِنْ
الْكَهْرَبَاءِ مَا يُضِيءُ لَمْبَةً، لَكِنَّهَا تُولِّدُ مَا يَكْفِي لِتَشْعُرَ
بَلَدَعَةٍ فِي لِسَانِكَ. إِذَا سَحَبْتَ سِلْكًَا، تَنْقَطِعُ الدَّارَةُ فَلَا
تَعُودُ تَشْعُرُ بَلَدَعَةٍ. دَاخِلَ الْبَطَارِيَّةِ الْفَعْلِيَّةِ صَفِيحَتَانِ
مَصْنُوعَتَانِ مِنْ مَعْدِنَيْنِ مُخْتَلِفَيْنِ، تَمَامًا مِثْلَ قِطْعَتَيْ النَّقْدِ
عِنْدَكَ. وَالصَّفِيحَتَانِ مَفْصُولَةٌ إِحْدَاهُمَا عَنِ الْأُخْرَى بِمَادَّةٍ
كِيمَاوِيَّةٍ تُسَمِّيهَا حَمْضًا، تَعْمَلُ عَمَلَ لَيْمُونَتِكَ.



سُتْرَةٌ نَجَاةٌ

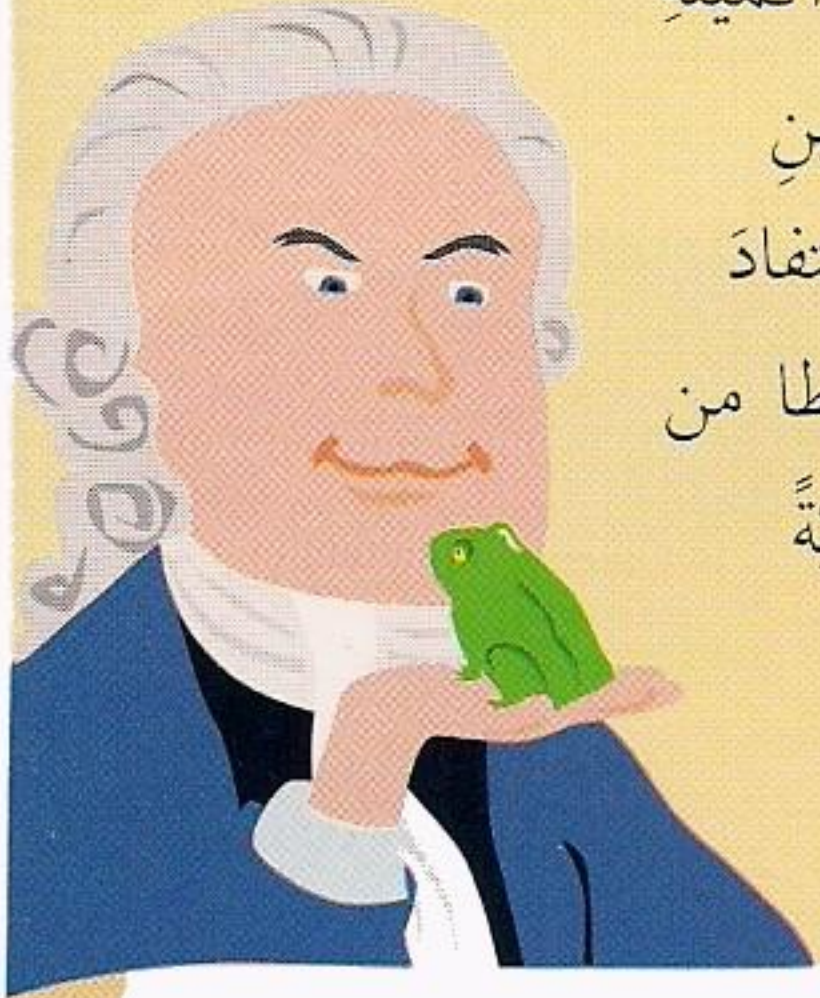
حَالَمَا يَقَعُ هَذَا الْبَحَّارُ فِي الْبَحْرِ، يَمَلَأُ الْمَاءَ الْمَالِحُ بَطَارِيَّةَ مَاءٍ مَالِحٍ
جَوْفَاءً مُثَبَّتَةً فِي سُتْرَةِ النِّجَاةِ. هَذَا يُشْعَلُ الْبَطَارِيَّةَ، مِمَّا يُشْعَلُ بِدَوْرِهِ
ضَوْءًا لِلْحَالَاتِ الطَّارِئَةِ وَكَذَلِكَ يُسَاعِدُ فِرْقَ الْإِنْقَاذِ عَلَى رُؤْيَةِ الْبَحَّارِ.

مَخَزَنُ قُدْرَةٍ

نَظْرَةٌ إِلَى الْمَاضِي

كهرباءُ الحَيَوَانَاتِ

اِسْتُخْدِمَتْ أَرْجُلُ الضَّفَادِعِ فِي بَدَايَةِ الْأَمْرِ لِصُنْعِ الْبَطَّارِيَّاتِ. فِي الْعَامِ 1791 لَاحَظَ الْعَالِمُ لَوِيْجِي عَالْفَانِي أَنَّ أَرْجُلَ الضَّفَادِعِ الْمَيِّتَةِ تَنْتَفِضُ إِذَا هُوَ لَمَسَهَا بِنَوْعَيْنِ مُخْتَلِفَيْنِ مِنَ الْمَعَادِنِ. وَاسْتَفَادَ عَالِمٌ آخَرٌ هُوَ أَلِسَنْدَرُو فُولْطَا مِنْ هَذَا الْاِكْتِشَافِ لِصُنْعِ بَطَّارِيَّةٍ مُسْتَخْدِمًا أَقْرَاصًا مَعْدِنِيَّةً مَنقُوعَةً بِمَاءٍ مَالِحٍ.



البَطَّارِيَّةُ هِيَ مَخَزَنٌ صَغِيرٌ لِلْكَهْرَبَاءِ. عِنْدَمَا تُشَكَّلُ مَعَهَا دَاوْرَةٌ، فَإِنَّهَا تُطَلِّقُ تَدْرِيجِيًّا الطَّاقَةَ الْكَهْرَبَائِيَّةَ الْمَخْزُونَةَ فِيهَا. هَذِهِ الطَّاقَةُ تَدْفَعُ مَجْرَى مِنَ الْإِلِكْتْرُونَاتِ فِي مَسَارِ الدَّارَةِ، مُوَلِّدَةً تِيَّارًا كَهْرَبَائِيًّا. صَدِّقْ أَوْ لَا تُصَدِّقْ، بِإِمْكَانِكَ أَنْ تَبْنِيَ مَخَزَنَ كَهْرَبَاءٍ بِنَفْسِكَ، كَالْبَطَّارِيَّةِ تَمَامًا، مُسْتَخْدِمًا بَضْعَ قِطْعِ نَقُودٍ مَعْدِنِيَّةٍ وَبَعْضَ مَوَادِّ أُخْرَى تَجِدُهَا فِي مَطْبَخِ مَنْزِلِكُمْ.

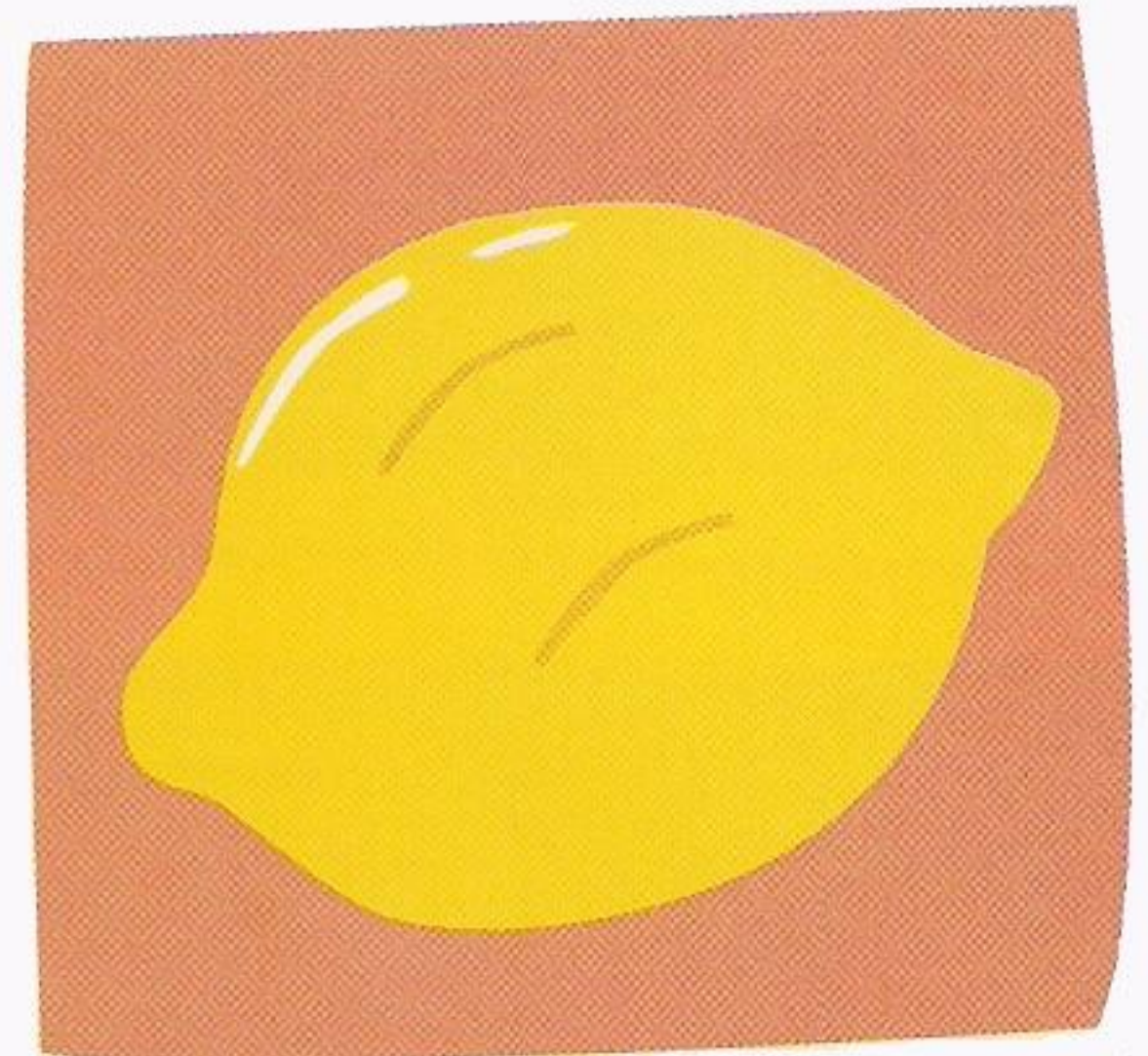
لَيْمُونٌ حَامِضٌ

بِإِمْكَانِكَ أَنْ تُوَلِّدَ مِنْ لَيْمُونَةٍ كَمِّيَّةً مِنَ الْكَهْرَبَاءِ تَكْفِي لِتَشْعِيرِكَ بِلَذَعَةٍ فِي لِسَانِكَ!

اللَّوْازِمُ

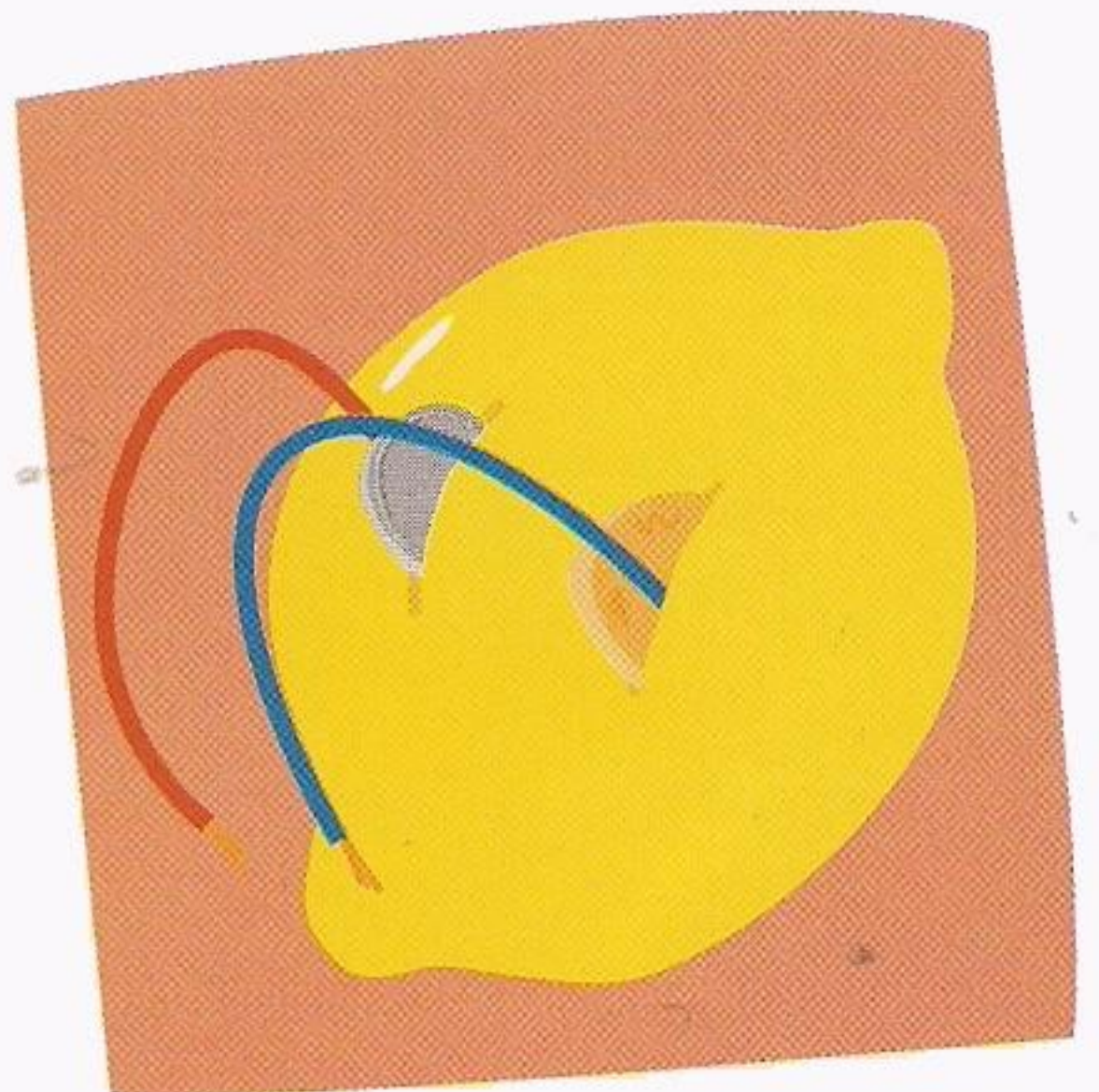
- 5
- ♦ قِطْعَتَانِ مِنَ النُّقُودِ الْمَعْدِنِيَّةِ مَصْنُوعَتَانِ مِنْ مَعْدِنَيْنِ مُخْتَلِفَيْنِ
- ♦ لَيْمُونَةٌ
- ♦ سِكِّينٌ مَطْبَخِيٌّ (أَطْلُبْ مُسَاعَدَةَ رَاشِدٍ)

1 إِسْأَلْ رَاشِدًا أَنْ يَعْمَلَ بِسِكِّينِ الْمَطْبَخِيِّ شَقَّيْنِ صَغِيرَيْنِ فِي قِشْرَةِ اللَّيْمُونَةِ. يَنْبَغِي أَنْ يَبْعُدَ الشَّقُّ عَنِ الْآخِرِ بَضْعَ سَنْتِمِترَاتٍ وَأَنْ يَكُونَ طَوْلُ الشَّقِّ الْوَاحِدِ كَافِيًا لِحَمَلِ قِطْعَةٍ نَقُودٍ.



2

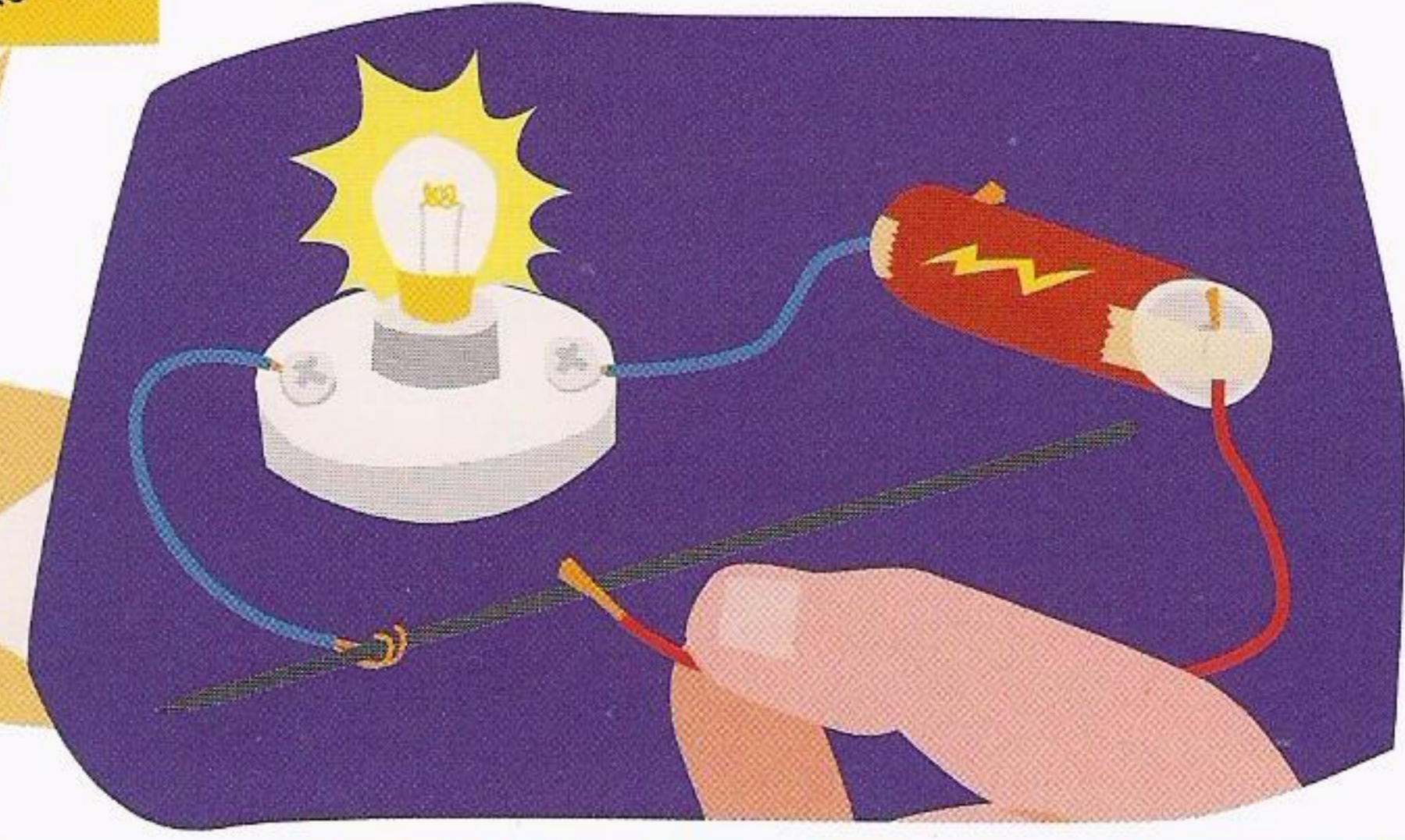
الآن اسأل الراشد أن يساعد في تعرية 2 سم من طرفي كل من السلكين المغلفين بعازل. اغرز طرفًا معرّي في شقّ وطرفًا معرّي من السلك الآخر في الشقّ الآخر. اغرز في كلّ شقّ قِطْعَةً نَقُودٍ مَعْدِنِيَّةً لِتَثْبِيتِ السِّلْكِ فِي مَوْضِعِهِ. تَأَكَّدْ أَنَّ قِطْعَتِي النُّقُودِ مَصْنُوعَتَانِ مِنْ مَعْدِنَيْنِ مُخْتَلِفَيْنِ.



3 ضَعِ الطَّرْفَ السَّائِبَ مِنْ كُلِّ سِلْكِ فِي فَمِكَ، وَاحْرِصْ عَلَى الْأَيْتِمَاسِ السِّلْكَانِ. هَلْ تَشْعُرُ بِشَيْءٍ؟

مفتاح خافت

إتبع خطوات التجربة في ص 11 لتشكّل دائرة مُنقطعة. صلّ الدارة برصاص قلم رصاص ليّن. هل تتوهج اللّمْبة؟



اللّوازم

10

- ♦ بطارية 1,5 ف، قياس أ
- ♦ لّمْبة صغيرة
- ♦ ثلاثة أسلاك
- ♦ رصاص قلم رصاص
- ♦ شريط لاصق

ماذا حدّث؟

إذا تنوّع طول رصاص القلم بين السّلكين، يتغيّر سطوع اللّمْبة. ذلك أنّ الكهرباء تجدُ صعوبةً في السّريان في الرّصاص. فكلّما كان الرّصاص أطول كانت البطارية بحاجةً إلى قِلْطِيَّة أعلى لدفع الكهرباء في الدّارة. لذا تقلُّ القِلْطِيَّة التي تصلُّ إلى اللّمْبة وتُجعلها تتوهج.

ماذا يحدث إذا نوّعت طول الرّصاص بين السّلكين؟

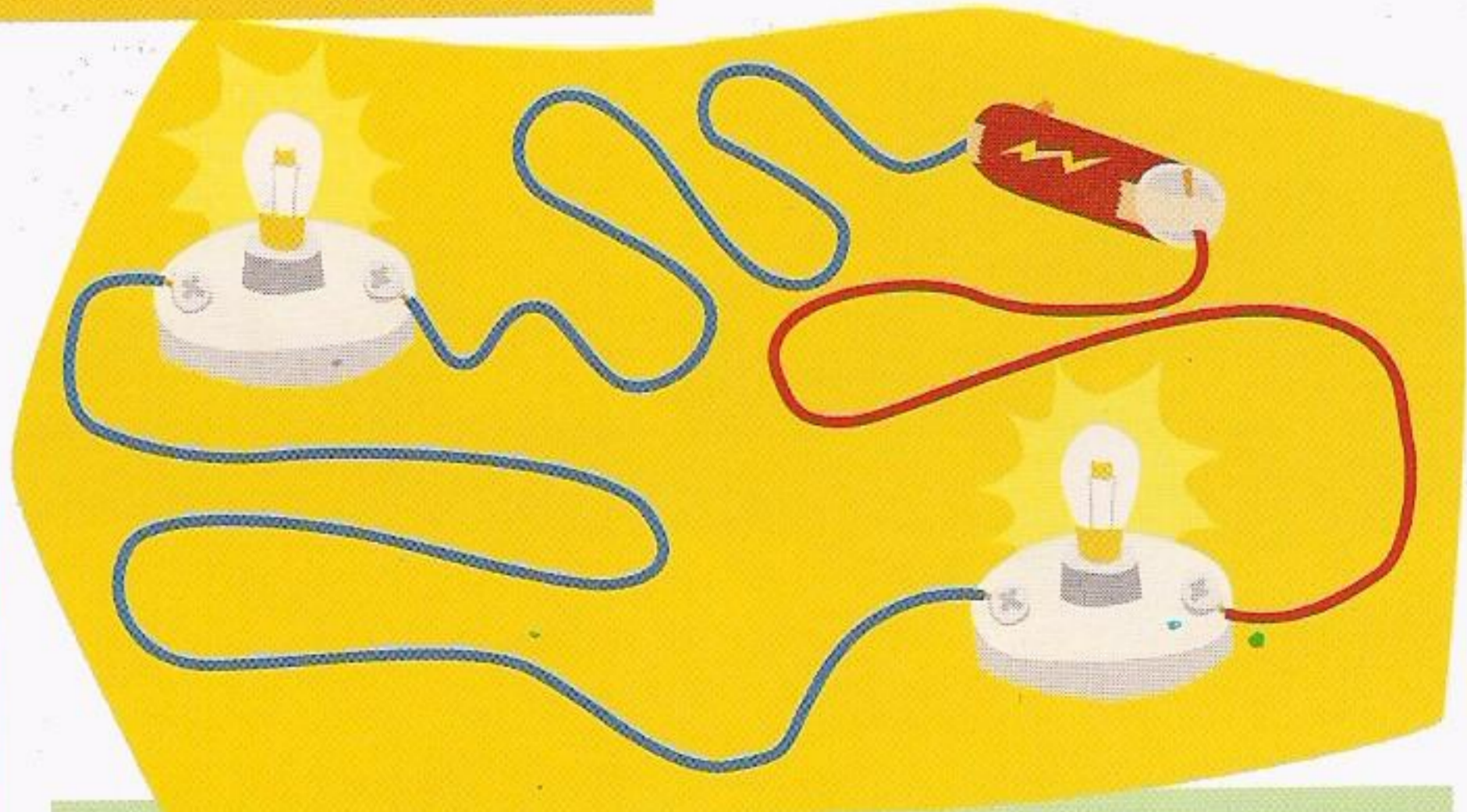
أسلك لّمْبتين

إتبع الخطوتين 1 و 2 من التجربة في الصّفحة السّابقة لتضيء لّمْبتين. الآن استبدل بالأسلاك القصيرة أسلاكًا طويلةً جدًّا. هل يُغيّر ذلك من سطوع اللّمْبتين؟

اللّوازم

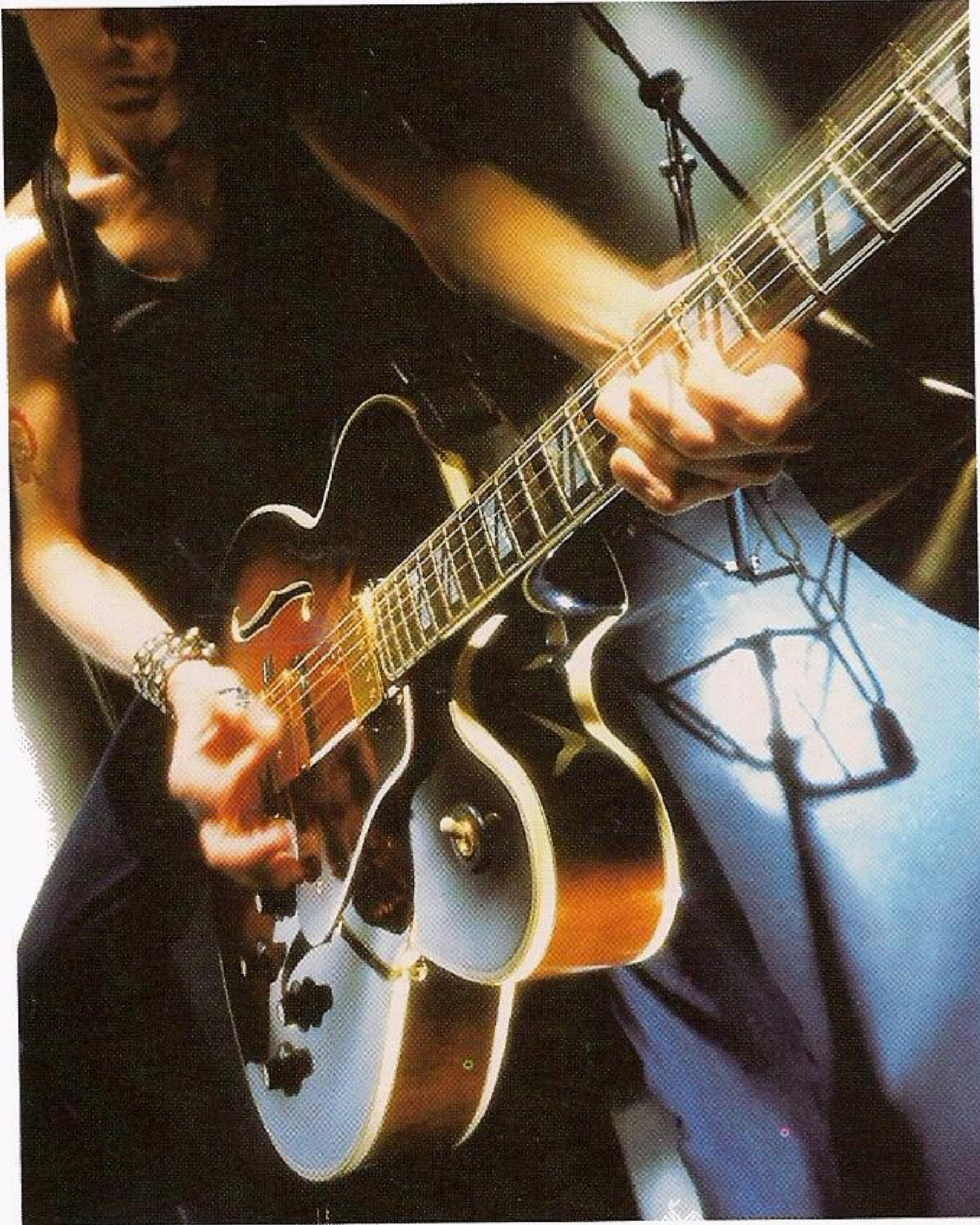
10

- ♦ بطارية 1,5 ف، قياس أ
- ♦ لّمْبتان صغيرتان
- ♦ ثلاثة أسلاك قصيرة
- ♦ ثلاثة أسلاك طويلة جدًّا
- ♦ شريط لاصق



ماذا حدّث؟

عندما تُجعل الأسلاك في الدّارة طويلةً، يكادُ سطوع اللّمْبتين ألا يتغيّر أبدًا. ذلك أنّ الكهرباء تسري في الأسلاك بسهولة. مهما كان طول الأسلاك، فإنّ القِلْطِيَّة المُستهلكة لدفع الكهرباء فيها قليلة جدًّا.



غيتار كهربائيّ

مفتاح جَهارة الصّوت في هذا الغيتار الكهربائيّ يعملُ على المبدأ نفسه الذي تعملُ عليه تجربة المفتاح الخافت في أعلى هذه الصّفحة. عندما تُشغله تُقربُ بين سلكين وتُباعِدُ بينهما، على طولِ قطعةٍ من الغرافيت أو الرّصاص الأسود وهي المادّة نفسها المُستخدمة في أقلام الرّصاص. وهذا يؤدي إلى تنوّع القِلْطِيَّة المُتوافرة لمُكبّر الصّوت. وعندما يتلقّى مزيدًا من القِلْطِيَّة يُصدِرُ صوتًا أعلى.

دَفْعَ أَشَدَّ

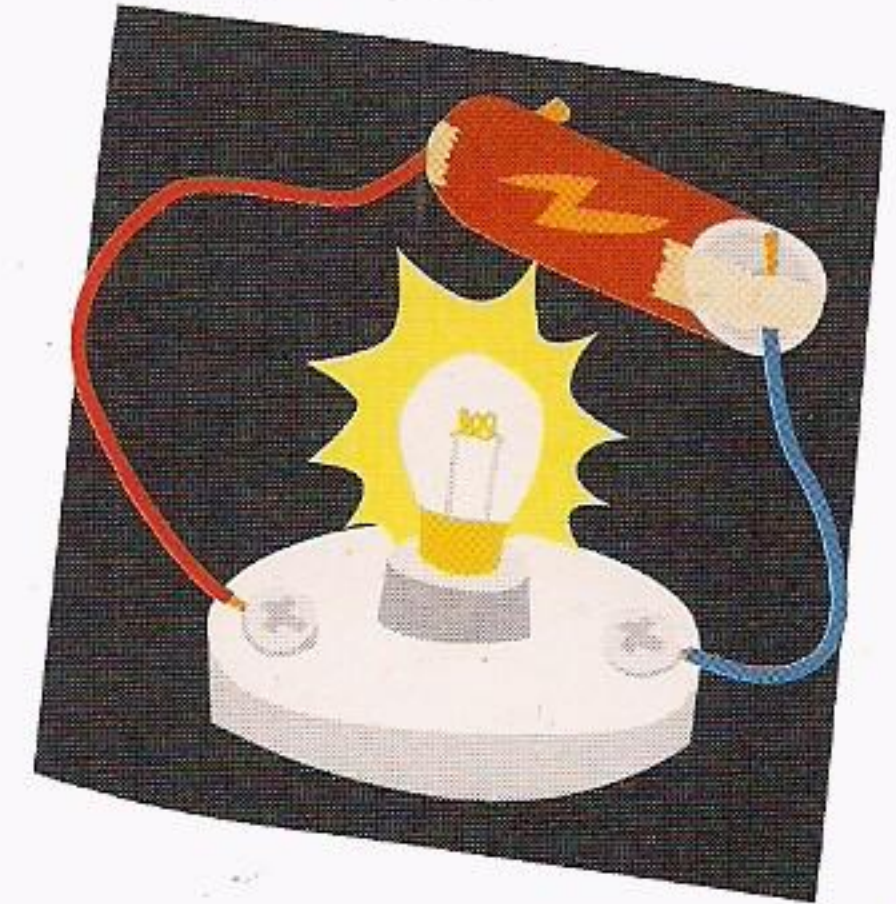
على البطارية أن تدفع الكهرباء في مدار الدارة كلها. إذا كان في الدارة أجزاء عديدة تجد الكهرباء صعوبة في اجتيازها، مثلاً أن يكون في الدارة أسلاك رفيعة عدّة، يكون التيار الكهربائي الذي تولده البطارية المستخدمة ضعيفاً. لتوليد تيار أقوى في الدارة نفسها، تحتاج إلى استخدام بطارية تُعطي الإلكترونات دفعةً أشدّ. تُقاس قوة كهرباء البطارية بالقلط (ف). على سبيل المثال، إن بطارية 9 ف هي أقوى دفعةً بست مراتٍ من بطارية 1,5 قلط.

هل بطارية الـ 9 ف تجعل اللمبة أشدّ سطوعاً؟

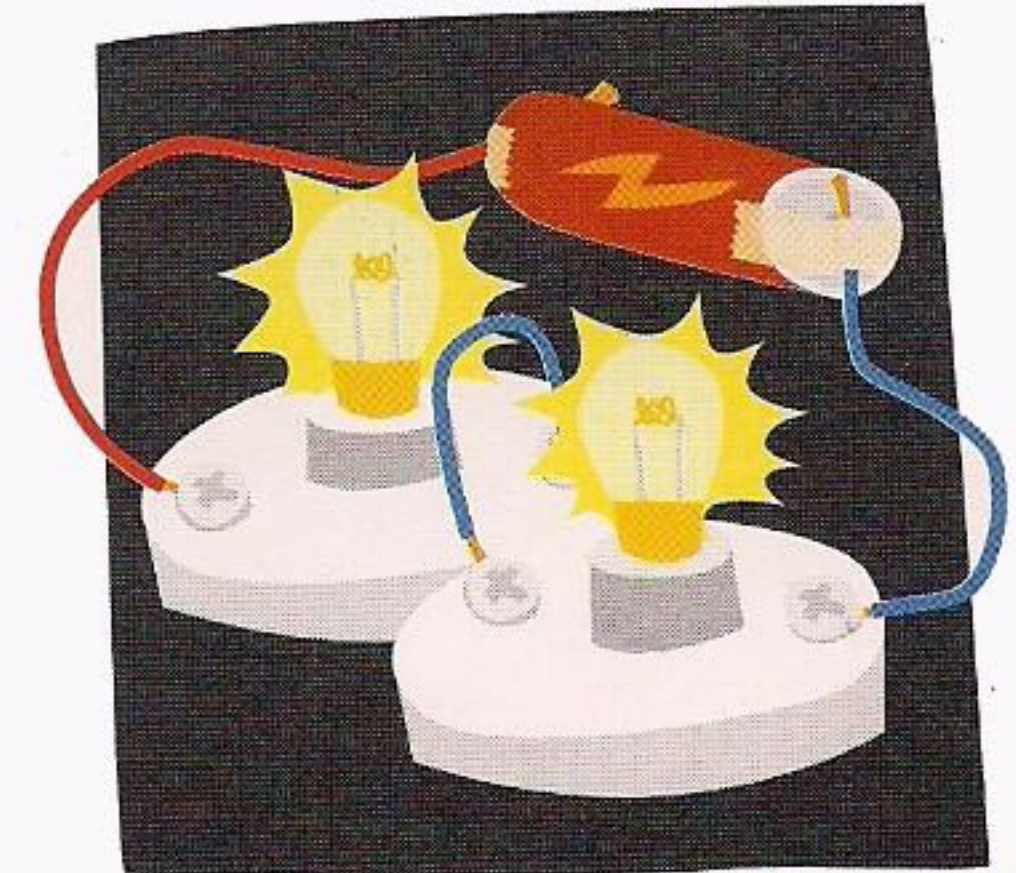


سلسلة لمبات

انظر ما يحدث عندما يكون على البطارية أن تدفع التيار عبر أكثر من لمبة واحدة.

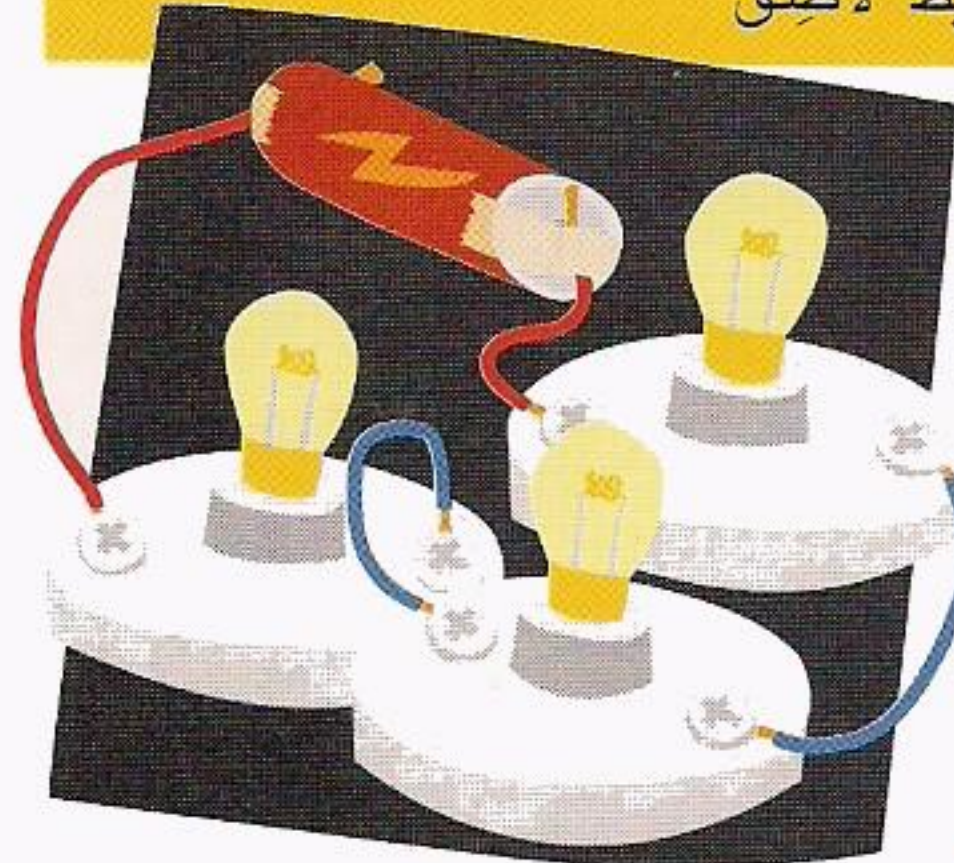


1 اتبع خطوات تجربة ص 10 لتجعل لمبة تتوهج. تأكد أن اللمبة تتوهج ثم حاول تذكر شدة سطوعها.



2 أضف إلى الدارة لمبة أخرى، كما ترى. هل تتوهج اللمبتان؟ ما مدى سطوعهما؟

اللوازم
15
♦ بطارية 1,5 قلط
♦ بطارية 9 قلط
♦ لمبات صغيرة لا يزيد عددها عن خمس (لا تتجاوز قوة اللمبة 3 ف أو 4,5 ف)
♦ أسلاك لا يزيد عددها عن ستة
♦ شريط لاصق



3 أضف إلى الدارة لمبات أخرى. ماذا يحدث لسطوعها؟ هل تتوهج دائماً؟

4 حين يكون في دائرتك ثلاث لمبات أو أربع استبدل بلمبة الـ 1,5 ف لمبة 9 ف وانظر ما يحدث.

ماذا حدث؟

إذ تضع في الدارة مزيداً من اللمبات، يتضاءل توهج كل منها. ذلك أن على اللمبات أن تشارك في قلطية البطارية. على البطارية أن تستخدم بعض قلطيتها لدفع الكهرباء في كل من اللمبات. ويضعف التيار مع كل لمبة تُضاف. وإذا ما أضيف العديد من اللمبات، يضعف التيار كثيراً، ولا يعود قادراً على إضاءة اللمبات. بطارية الـ 9 ف تدفع تياراً أقوى عبر الدارة لذا تضيء عدداً أكبر من اللمبات.

إِعْمَلْ فِي الْوَرَقَةِ فَتُحْتَنِي بِحَيْث تَبْرُزُ مِنْهُمَا اللَّمْبَتَانِ عِنْدَمَا تُغْطِي بِهَا الدَّارَةَ. صَمِّمْ صُورَةً مُلَوَّنَةً يَكُونُ لِلْمَبْتَيْنِ دَوْرٌ فِيهَا، ثُمَّ أَلْصِقِ الصُّورَةَ عَلَى دَارَتِكَ. ثَبَّتِ اللَّمْبَتَيْنِ فِي مَوْضِعَيْهِمَا بِلِصُوقِ، وَقِفْ مُتَأَمِّلًا تُحَفَّتَكَ الْمُشِعَّةَ!

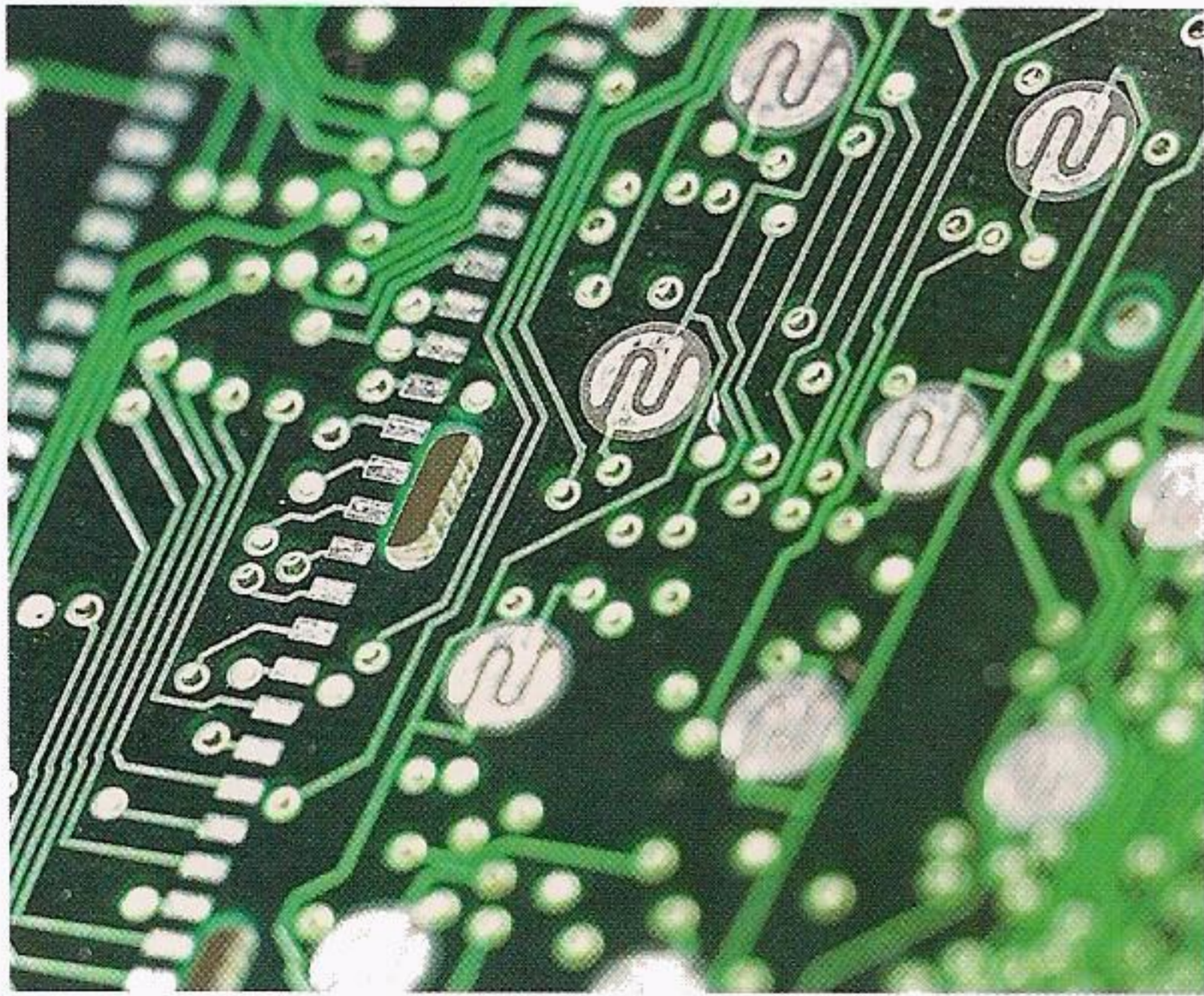
20

اللّوازم

- ♦ الدّارة التي صنّعتها في تجربة الصّفحة السّابقة
- ♦ لَصُوق
- ♦ ورقة سميكة نحو 15 سم × 20 سم

ماذا حَدَثَ؟

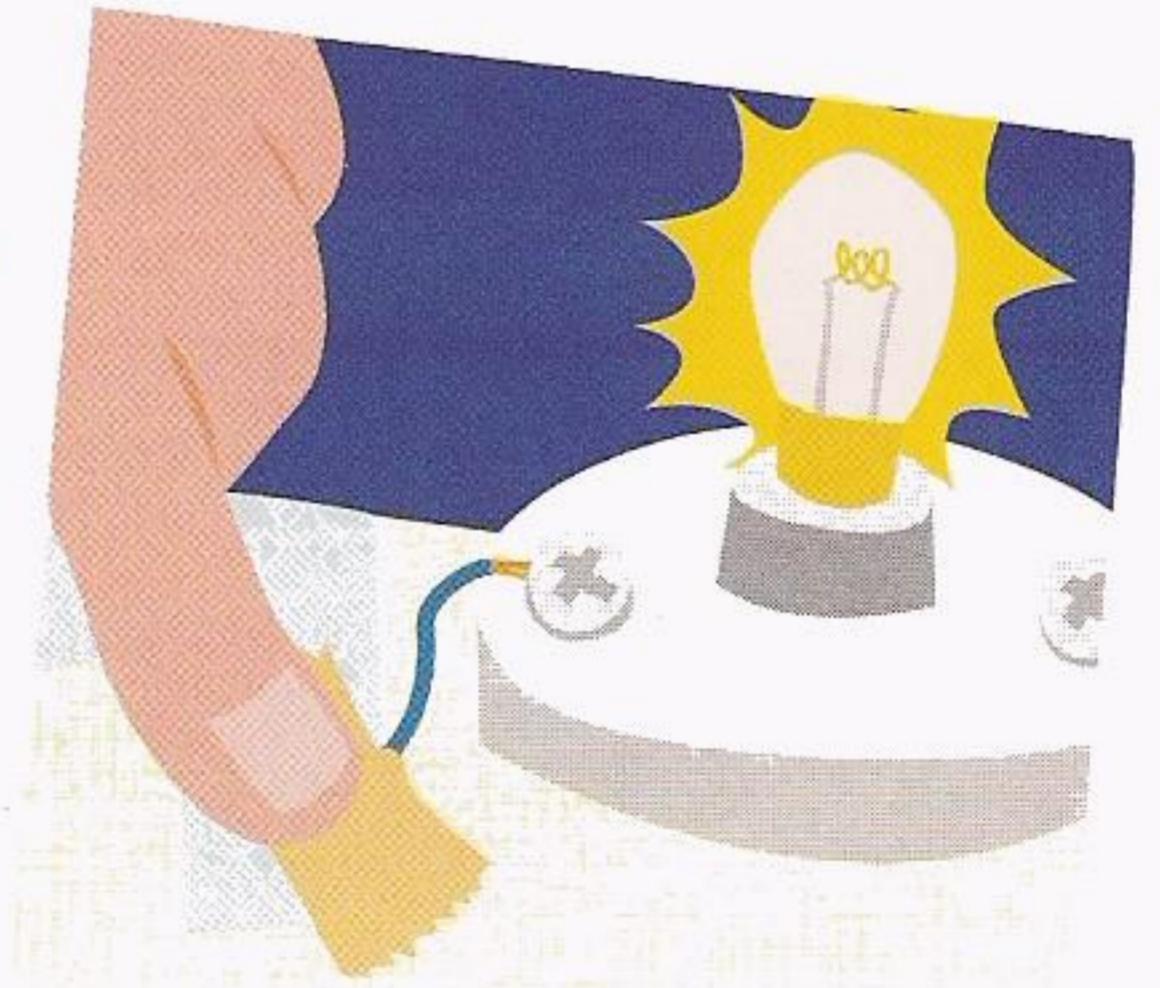
دارتُكَ مُنْبَسِطَةٌ تَمَامًا، فَأَمَكَّتَكَ إِلْصَاقُهَا عَلَى ظَهْرِ صُورَةٍ. إِذَا شِئْتَ يُمَكِّنُكَ أَنْ تُرَكِّبَ مِشْبَكَ وَرَقِ مَعْدِنِيًّا يَكُونُ مِفْتَاحًا بَيْنَ الْبَطَّارِيَّةِ وَلَوْحَةِ الدَّارَةِ بِحَيْث تُضِيءُ صُورَتَكَ وَتُطْفِئُهَا عَلَى هَوَاكُ (أَنْظُرْ ص 11 لِتَذَكِيرِكَ كَيْفَ تَفْعَلُ ذَلِكَ).



أَنْظُرْ! لَا أَسْلَاك

لَوْحَةُ الدَّارَةِ الْمَطْبُوعَةُ هَذِهِ مَصْدَرُهَا دَاخِلُ جِهَازِ تَحَكُّمٍ بُعَادِيٍّ تَلْفِزِيُونِيٍّ. لَيْسَ فِي مِثْلِ هَذِهِ الْأَدْوَاتِ إِلَّا الْقَلِيلُ جَدًّا مِنَ الْأَسْلَاكِ الْفِعْلِيَّةِ، إِذْ إِنَّ الدَّارَةَ الْمُلصَقَةَ عَلَى اللَّوْحِ هِيَ فِي سُمْكِ طَبَقَةِ دِهَانٍ أَوْ أَسْمَكٍ قَلِيلًا.

4 إِسْتِخْدِمِ أَسْلَاكًا فِعْلِيَّةً قَصِيرَةً وَأَشْرِطَةً لاصِقَةً لِتَصِلَ اللَّمْبَتَيْنِ وَالْبَطَّارِيَّةَ بِأَشْرِطَةٍ وَرَقِ الْأَلْمِنِيُومِ. تَفَحَّصْ مَا إِذَا كَانَتِ اللَّمْبَةُ تَتَوَهَّجُ.



ماذا حَدَثَ؟

صَنَعْتَ دَارَةً مُنْبَسِطَةً تَمَامًا إِذْ اسْتِخْدَمْتَ أَشْرِطَةَ وَرَقِ الْأَلْمِنِيُومِ بَدَلِ أَسْلَاكِ عَادِيَّةٍ. وَرَقِ الْأَلْمِنِيُومِ يُوصِّلُ الْكَهْرَبَاءَ كَمَا تُوصِّلُهَا الْأَسْلَاكُ الْعَادِيَّةُ تَمَامًا. لَوْحُ الْكَرْتُونِ يَدْعُمُ الدَّارَةَ وَيَجْعَلُهَا أَكْثَرَ تَمَاسُكًا وَيُسَاعِدُ فِي تَثْبِيتِ كُلِّ شَيْءٍ فِي مَكَانِهِ.

عَمَل مُرْتَب



لا يَلْزَمُ أن تكون الدَّارةُ سميكةً وضحمةً. في الواقع، بإمكانك أن تصنع دائرةً تكون أسلاكها في رِقَّةِ الورق. مثل هذه الدَّارةِ يُمكنُ حَشْرُها في أضيِّقِ مكانٍ - مثلاً داخلَ جهازِ كومبيوتر أو داخلَ راديو.

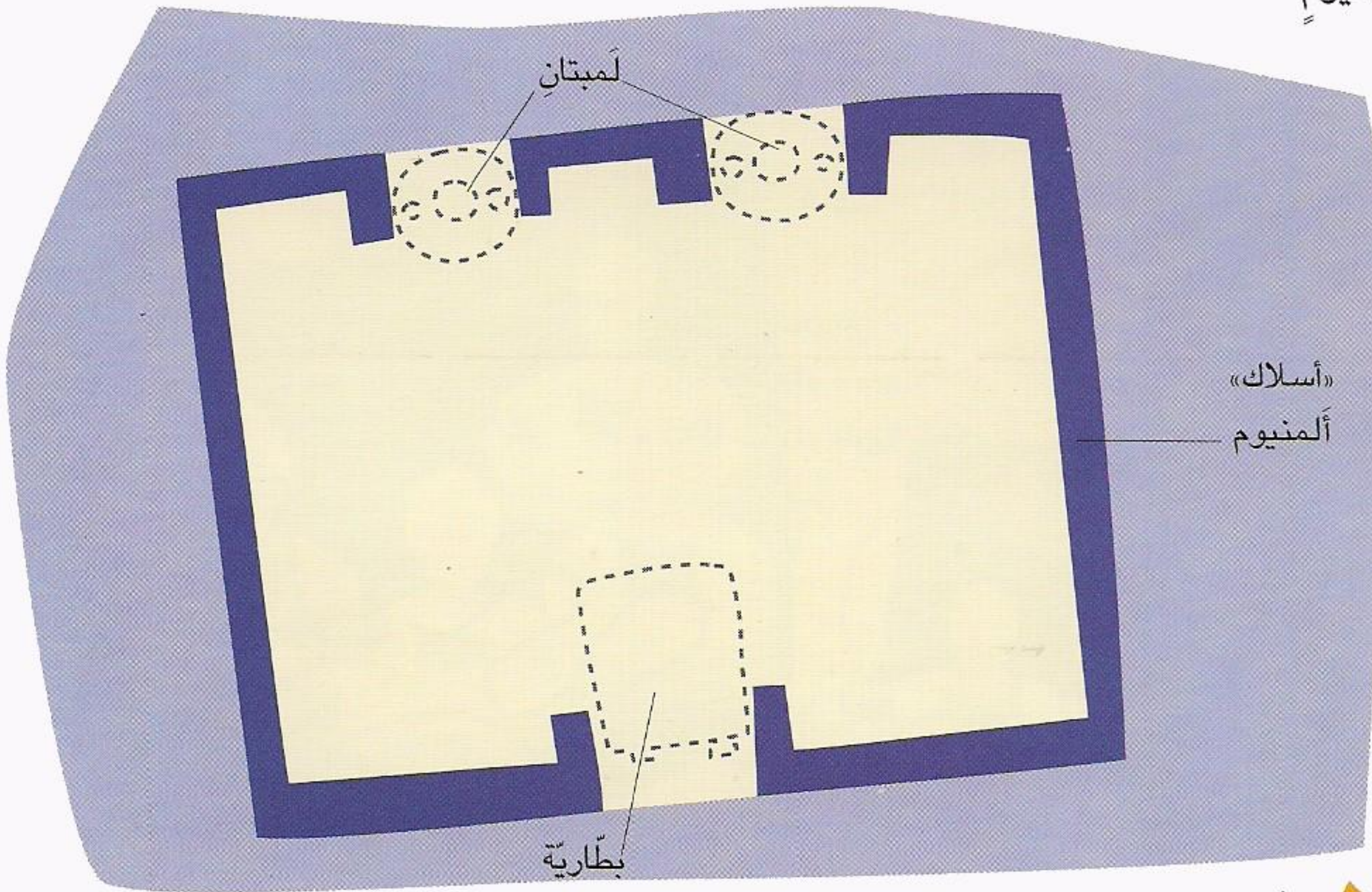
لَوْحُ الدَّاراتِ

بِاسْتِطَاعَتِكَ أن تصنعَ دائرةً مُسطَّحةً حَقِيقِيَّةً يُمكنُ تحويلُها إلى صورةٍ مُدهِشَةٍ مُسْتخدِماً وَرَقَ آلْمَنِيومِ.

نَظْرَةٌ إلى الهاضي

مُدْهَشَاتٌ صَغِيرَةٌ

تَغَيَّرَتِ الكومبيوتراتُ تَغْييراً مُدهِلاً منذَ أواسطِ السَّبْعِيناتِ مِنَ القرنِ العَشْرينِ، أوَّلُ ما ظَهَرَتِ الشَّرَائِحُ الصَّغِيرِيَّةُ. لم تُكُنِ الشَّرِيحَةُ الواحدةُ تَزِيدُ حَجْمًا على حَجْمِ طابَعِ بَرِيدٍ وكانتْ تَحْتَوِي على أُلُوفِ الأَسلاكِ، مُنْمَشَّةً، أو مَحْفُورَةً، على شَرِيحَةٍ سَلِيكُونِ. كانتْ أَجْهَزةُ الكومبيوترِ، قَبْلَ الشَّرَائِحِ الصَّغِيرِيَّةِ، تُصَنِّعُ من دَارَاتٍ صَخْمَةٍ فَكانتْ مُرتَفَعَةً الثَّمَنِ وهائلةً الحَجْمِ. وكان الكومبيوترُ الواحدُ الذي لا تَتَجَاوَزُ قُدْرَتُهُ كومبيوترًا عَصْرِيًّا يَدَوِيًّا، مِنَ الصَّخَامَةِ بِحَيْثُ يَشْغَلُ حَيِّزًا يُوَازِي عُرفَةَ واسِعَةً!



20

اللَّوْازِمُ

- ♦ وَرَقَةُ آلْمَنِيومِ
- ♦ رُقْعَةٌ كَرْتُونِ شَدِيدَةٍ (نحو 15 سم x 20 سم)
- ♦ بَطَّارِيَّةٌ 9 ف
- ♦ لَمْبَتَانِ صَغِيرَتَانِ (لا تَتَجَاوَزُ قَلْطِيَّتَهُمَا 3 ف أو 4,5 ف)
- ♦ غِرَاءٌ وَشَرِيْطٌ لِاصِقِ
- ♦ أَسلاكٌ قَصِيرَةٌ عَازِلَةٌ
- ♦ مَقْصٌّ

2 أُرْسِمُ هَذَا التَّمُودَجَ على رُقْعَةٍ الكَرْتُونِ. هَذَا هُوَ تَصْمِيمُ دَارَتِكَ.



1 فَصِّلْ من وَرَقِ آلْمَنِيومِ أَشْرِطَةً مُتَقَنَةً، بَعْرِضِ نَحْوِ 2 سم وَطُولِ نَحْوِ 15 سم.

3 أَلْصِقِ أَشْرِطَةً من وَرَقِ آلْمَنِيومِ على أَجْزَاءِ من التَّصْمِيمِ لِتَكُونَ بَدِيلًا عن أَسلاكِ فَعَلِيَّةٍ.

ما الذي يُوَصِّلُ الكَهْرِبَاءَ في لَوْحِ الدَّارةِ الذي صَنَعْتَهُ؟

نظرة إلى الماضي

أضواء الزينة الصغيرة الملوّنة

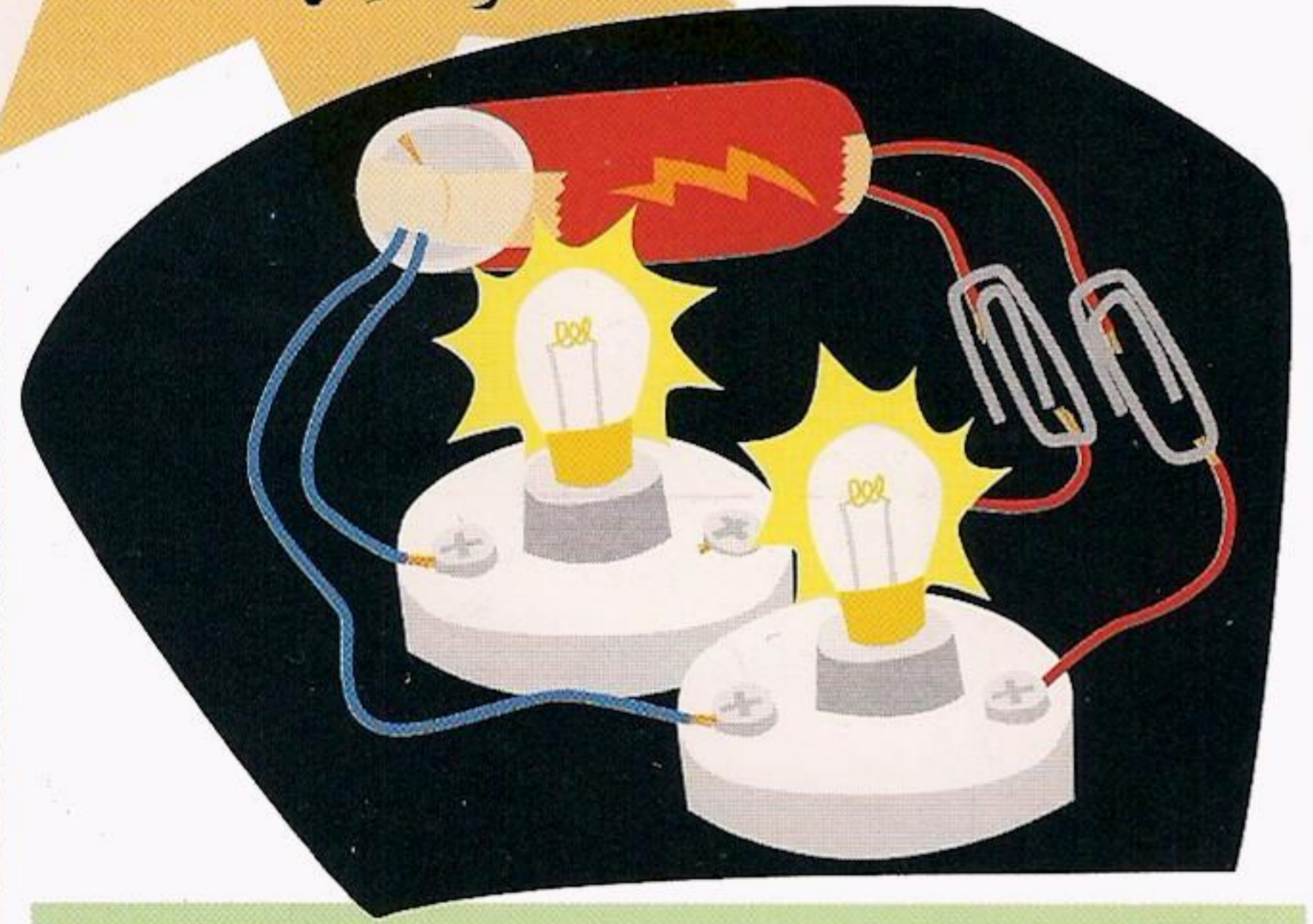
أول أضواء الزينة ظهرت
في الأسواق في أواخر القرن التاسع
عشر. وكانت موصولة
على التوازي، على عكس
أضواء اليوم الموصولة على التوالي.
وكان لذلك أهميته لأن لمبات ذلك
الزمان كانت سريعة العطب.
فإذا توقفت واحدة منها
كانت اللمبات الأخرى
تستمر شغالة.



- اللوازم
- ♦ بطارية 1,5 ف، قياس AA
 - ♦ لمبتا مصباح يدوي صغيرتان (لا تتجاوزو قطبيتهما 3 ف أو 4,5 ف)
 - ♦ سلكان قصيران
 - ♦ سلكان طويلان
 - ♦ مشبك ورق
 - ♦ شريط لاصق

هل بإمكانك

أن تستخدم مشبكي
الورق لتضيء اللمبتين
وتطفئهما؟

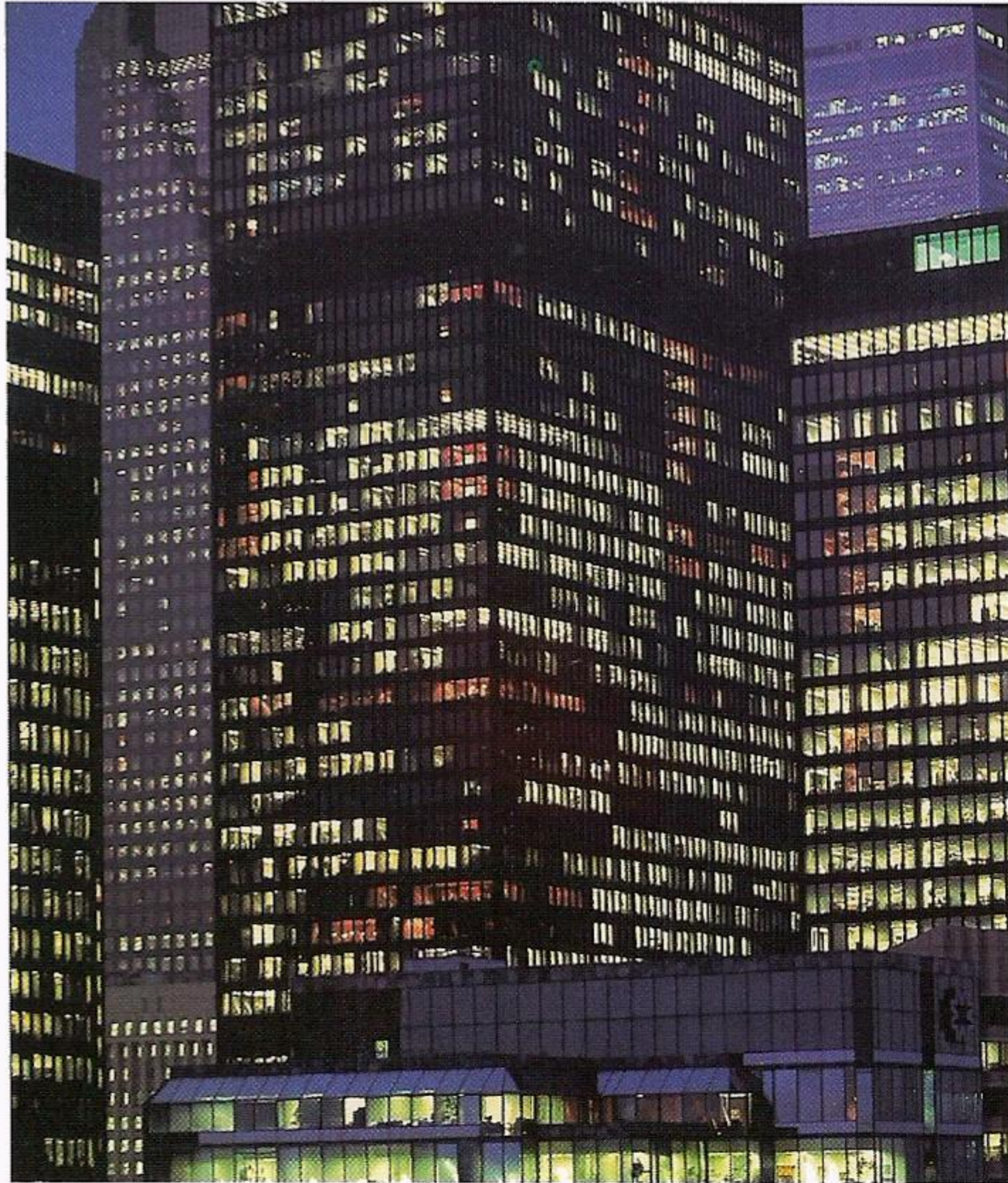


ماذا حدث؟

بإمكانك أن تضيء أو تطفئ أيًا من اللمبتين، من غير أن تتأثر الأخرى. ما عليك إلا أن تضغط على مشبك الورق الموصول باللمبة. ذلك أن اللمبتين موصولتان على التوازي. كلٌّ من المفتاحين، أي المشبكين الورقيين، موصولٌ على التوازي مع إحدى اللمبتين لا مع كليهما.

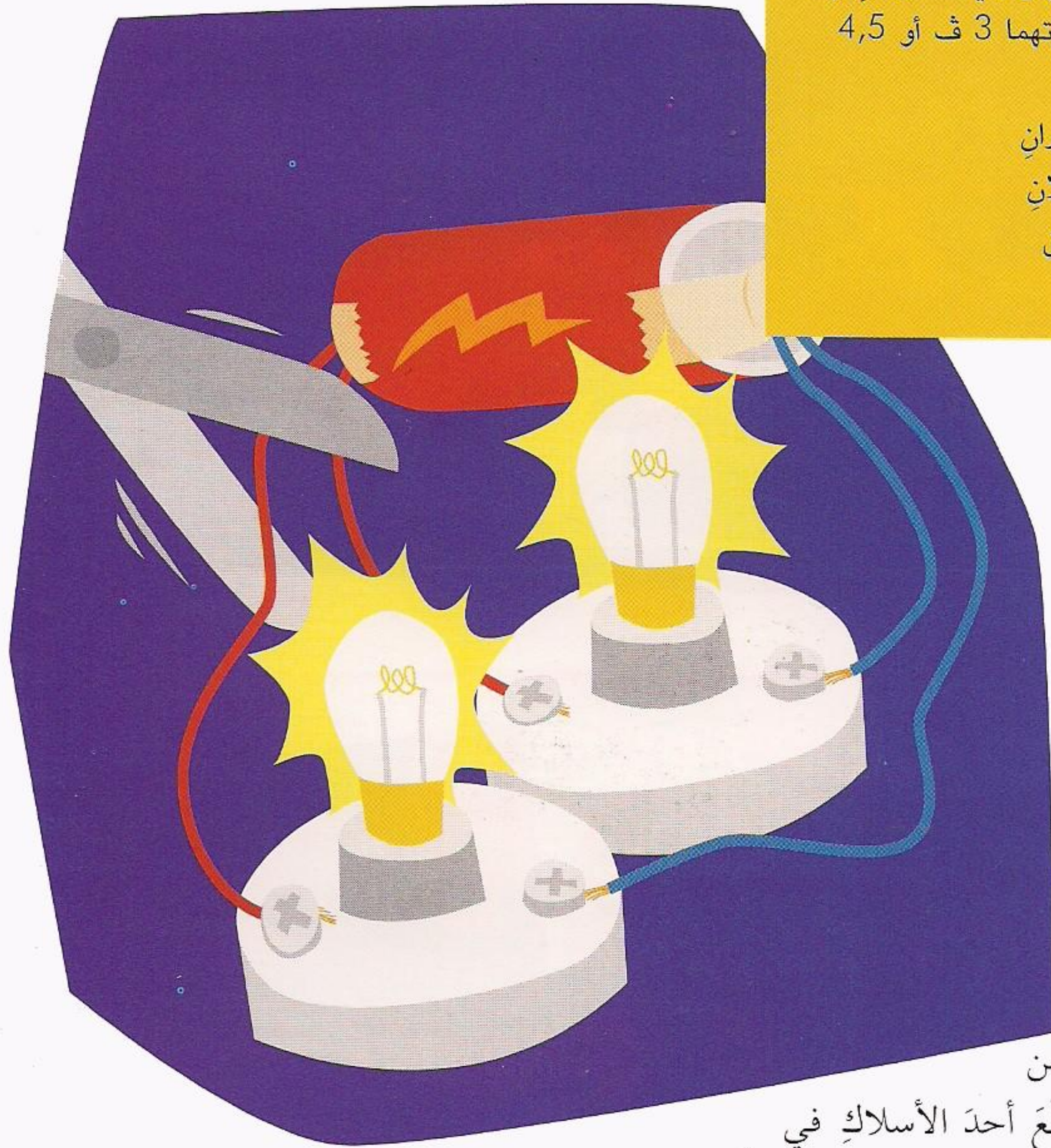
ناطحات السحاب

ناطحة السحاب هذه والتي تَعْلُو 40 دَورًا تُضيئها أُلُوفُ الأضواء الموصولة على التوازي. الأضواء في كلِّ دَورٍ تُشكِّلُ فَرَعًا مُخْتَلِفًا في دارة كبيرة موصولة على التوازي. عندما يتفقد الحراس المبنى ليلاً، بإمكانهم أن يُطفئوا كلاً من فروع الدارة على نحوٍ مُستقلٍّ، ممَّا يَسمحُ بأن يُضيئوا دَورًا واحدًا، إذا شاؤوا، توفيرًا في الكهرباء.



دارات مُتفرّعة

لا يلزم أن تتشكّل الدّارة من حلقةٍ واحدةٍ فقط. أحياناً نحتاج أن يكون لها فرعانٍ مُنفصلانٍ أو ثلاثة. نُسَمّي الدّارة التي تكون أجزاءها موصولةً الواحد تلو الآخرِ دارةً متواليّةً. ونُسَمّي الدّارة التي تكون أجزاءها موصولةً الواحد عبر الآخر، أي على نحوٍ مُتوازٍ، دارةً مُتوازيّةً. عندما تكون اللّمباتُ موصولةً على نحوٍ مُتوازٍ، يسهلُ وصلها أو قطعها مُستقلّةً إحداهما عن الأخرى.



15

اللّوازم

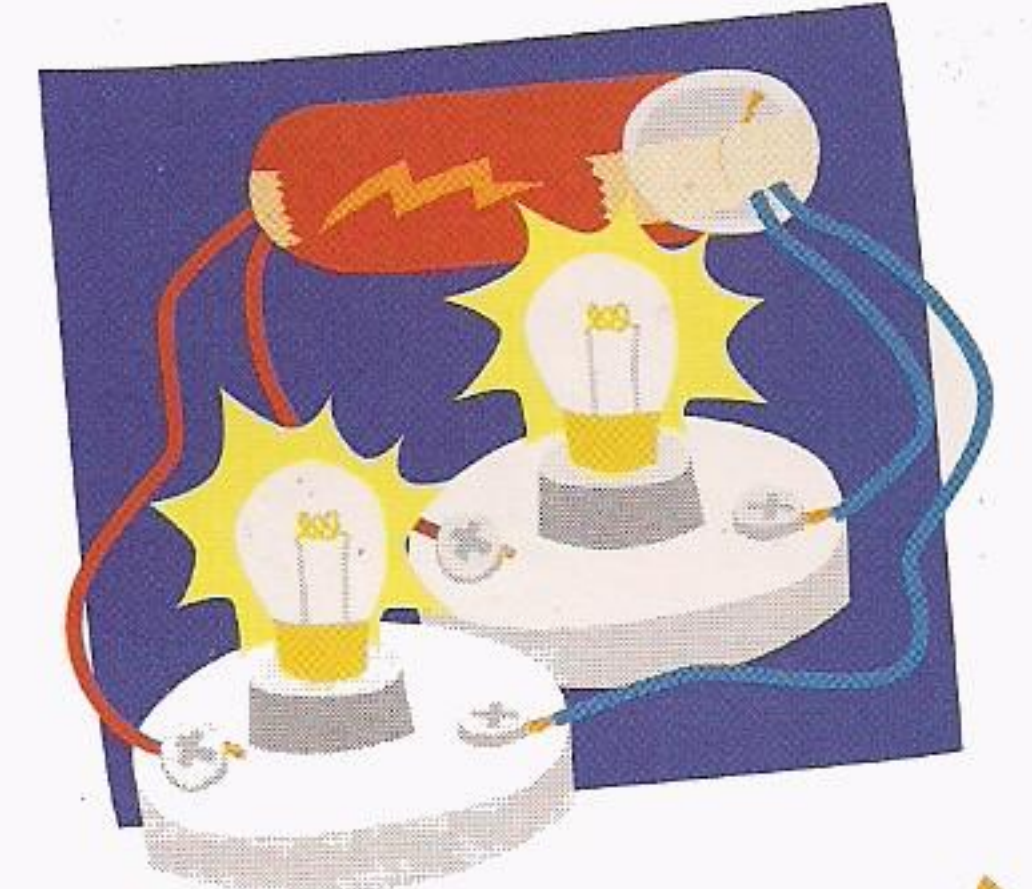
- ♦ بطارية 1,5 ف، قياس أ
- ♦ لمبتا مصباح يدويّ صغيرتان (لا تتجاوزُ قُلطيّتهما 3 ف أو 4,5 قُلط)
- ♦ سلكان قصيران
- ♦ سلكان طويلان
- ♦ شريط لاصق
- ♦ مقصّ

سَلِّم من الأضواء

أنظر ما يحدثُ عندما تصلُ اللّمباتُ معاً على شكلِ درجّاتِ السُّلّم، أي على نحوٍ مُتوازٍ.



1 اتّبع خطواتِ التّجربةِ في ص 10 لتضيءِ لمبةً. استخدمِ سلكينِ قصيرينِ جدّاً لتصلِ اللّمبةَ إلى البطاريّة. تفحصِ اللّمبةَ لتتأكدَ من توهجها.



2 استخدمِ سلكينِ أطولَ قليلاً لتصلِ لمبةً أخرى بين طرفي توصيلِ البطاريّة. هل توهج اللّمبتانِ كلتاهما؟

3 اطلب من

راشدٍ أن يقطعَ أحدَ الأسلاكِ في دارتك. بم يتسبّب ذلك لإحدى اللّمبتين؟

ماذا حدث؟

هذه الدّارة تضيءُ اللّمبتينِ كلتيهما. ذلك أن كلّ لمبةٍ هي جزءٌ من حلقتها المُكتملة. فاللّمبتانِ موصولتانِ على التّوازي. الكهرباءُ يُمكنُ أن تسري في الحلقتينِ في الوقتِ نفسه. تخرُجُ من البطاريّة، عبر اللّمبتينِ، ثم تعودُ إلى البطاريّة ثانيةً. عندما تقطعُ سلكاً يصلُ إحدى اللّمبتينِ إلى البطاريّة، فأنت تطفئُ تلك اللّمبة. على أنه لا تكونُ قد قطعتَ حلقةَ اللّمبةِ الأخرى، فتستمرُّ اللّمبةُ بالتّوهج.

اللّوازم

◆ مغنطيس

- ◆ أشياء مصنوعة من مواد مختلفة مثل ملعقة خشبية
- ◆ ومشابك ورق معدنية وورق الألمنيوم وغطاء قلم
- ◆ بلاستيكي، وممحاة ومفتاح وتعود معدنية وحجر وعلبة
- ◆ شراب فوار وبريقة ماء وورقة.

ماذا حدث؟

لا ينجذب إلى المغنطيس إلا الأجسام المصنوعة من الحديد أو النيكل. قد تجد هاتين المادتين في بعض الثقود المعدنية أو المفاتيح التي اختبرتها. ليس للمغنطيس تأثير على أشياء مثل الملعقة الخشبية والممحاة لأنهما لا يحتويان على حديد أو نيكل. للسبب نفسه لا يؤثر المغنطيس على ورق الألمنيوم.



مواد مغنطيسية

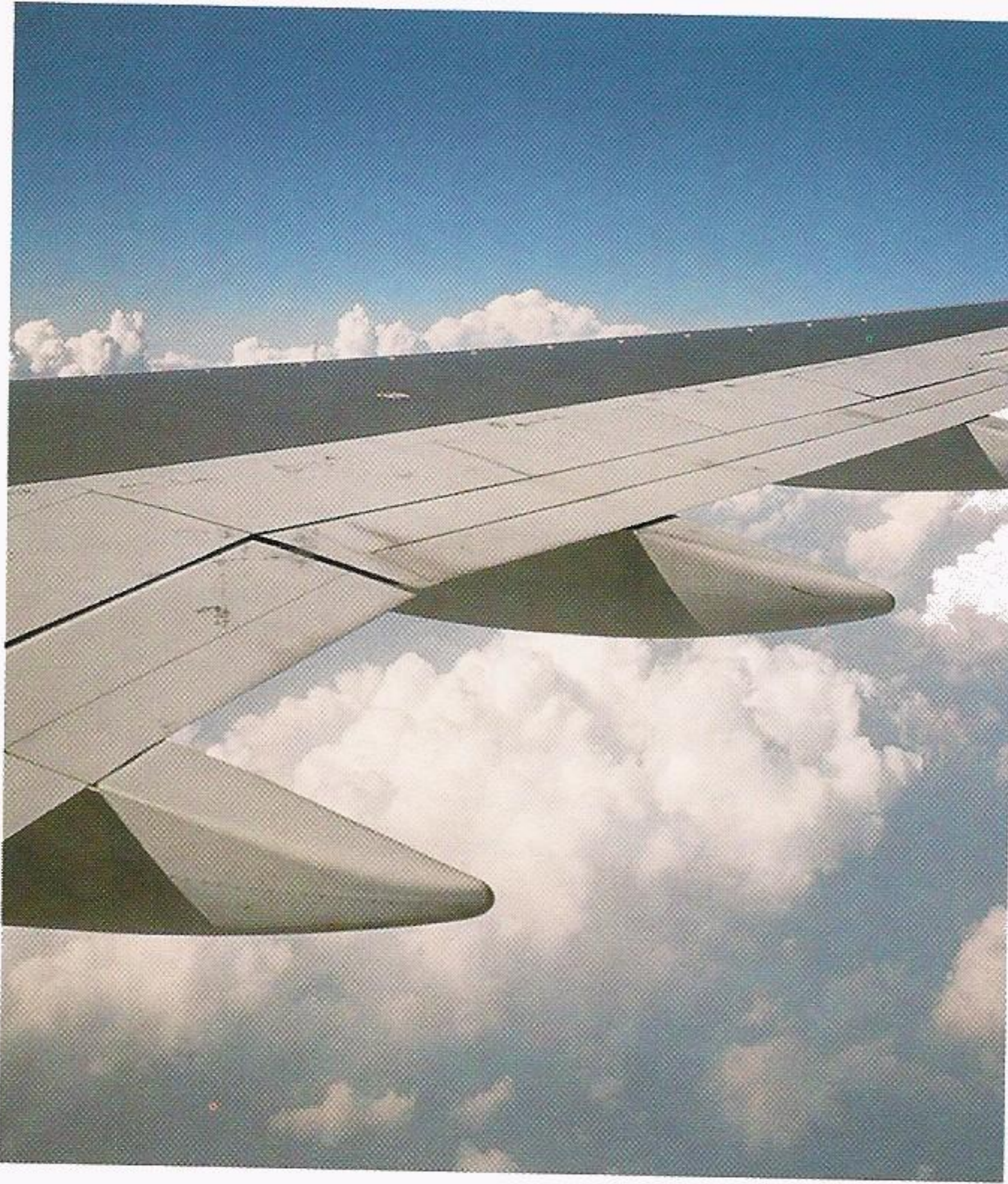
بإمكانك أن تميز المواد المغنطيسية، أي التي يجذبها المغنطيس، بأن تحاول أن تجذب به أشياء مختلفة مما في المنزل. انتبه إلى أن المغناطيس تلتصق أقراص الكمبيوتر اللينة وأشرطة التسجيل وأجهزة التلفزيون والكمبيوتر، لذا احرص على إعادها عن ذلك كله.

فارز العلب

بإمكانك أن تستخدم مغنطيسك لفزر العلب المصنوعة من الفولاذ أو النيكل لإعادة تدويرها. استخدم خيط دوبارة وشريط لاصق لتدلي مغنطيسك من أسفل كرسي. تأكد أن المغنطيس يعلو نحو 10 سم عن الأرض. دحرج علبك تحت المغنطيس، الواحدة بعد الأخرى. هل تمر العلب كلها تحت المغنطيس مرورًا سلسًا؟

ماذا حدث؟

تدحرج علب الألمنيوم تحت المغنطيس دون عائق. أما العلب الفولاذية فتتباطأ، بل قد تتوقف كلية وتلتصق بالمغنطيس. ذلك أن الفولاذ مادة مغنطيسية. في مراكز فرز الفضلات، كثيرًا ما تفرز العلب بتمريرها على حزام نقل أمام مغناطيس.



تحليق في الأعالي

سدلة جناح الطائرة ترتفع وتنخفض لتوجيه الطائرة. ويتحكم بالسدلة موتور يعمل بمغنطيس خاص. تصنع معظم المغناطيس من الحديد لكن مغنطيس موتور السدلة يدخل في صنعه الكثير من معدن نادر يُعرف بالبورون. وهذا يجعل المغنطيس أشد قوة بكثير من المغنطيس العادي. ولا يحتاج في تحريك سدلة الجناح إلا إلى مغنطيس بورون صغير. وهذا يبقى الجناح خفيفًا قدر الإمكان.

قوة المغنطيس

تتباين المغناطُ تباينًا شديدًا في الحجم والشكل والقوة ، لكن لها خاصيتين اثنتين بالغتي الأهمية - فهي تجذب إليها الأجسام المصنوعة من حديد أو نيكل ، وهي أيضًا تجذب غيرها من المغناط أو تتنافر معها .

للمغناط خواص مغنطيسية تكون فيها عند استخراجها من الأرض . وبعض المغناط مصنوعة من مواد غير مغنطيسية تكتسب مغنطيسيتها باستخدام الكهرباء . الحديد والنيكل والمواد المشابهة والتي تنجذب إلى المغناط تُسمى مواد مغنطيسية .

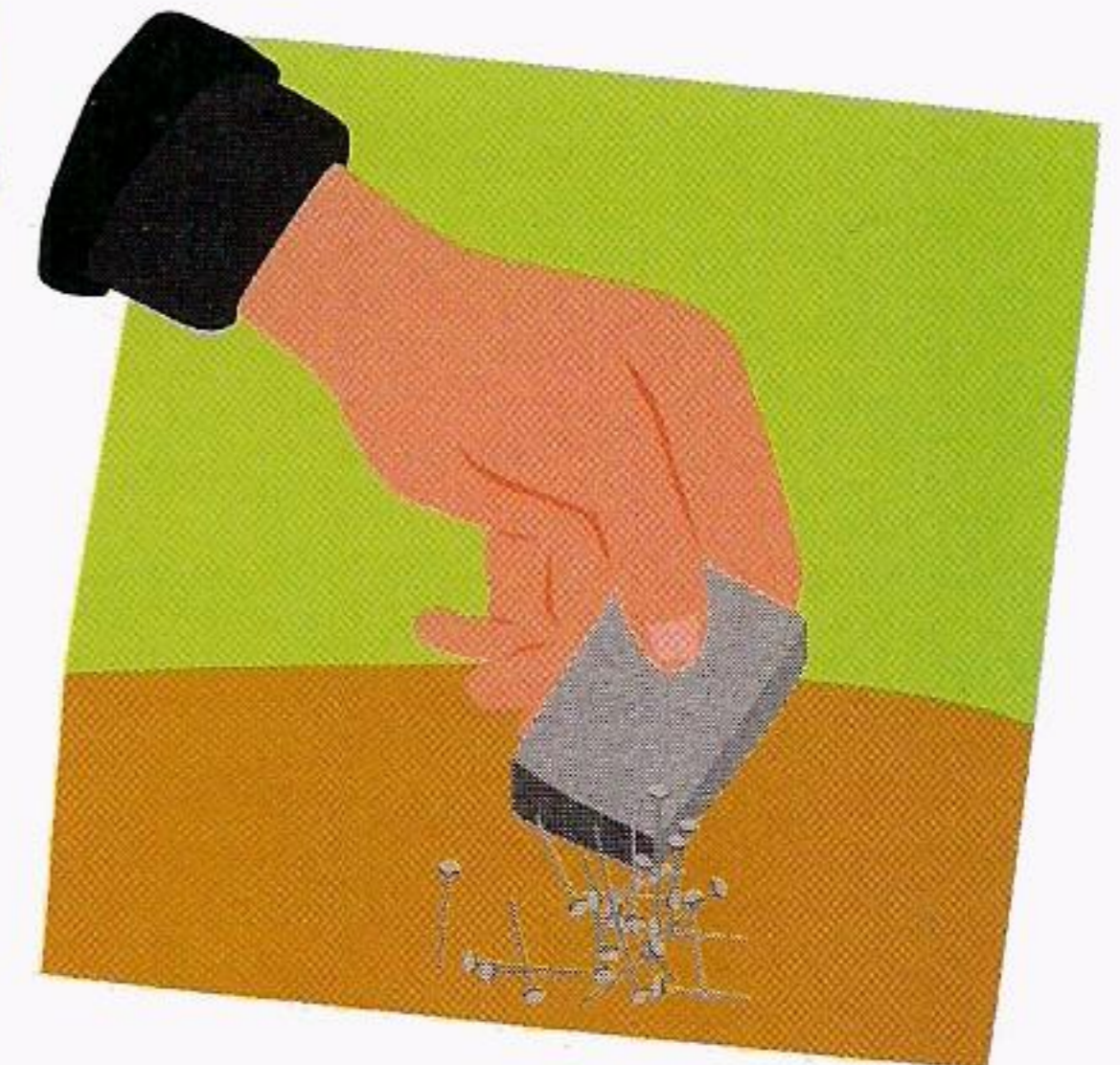
دبابيس تقفز إليك

إذا أوقع أحد دبابيس أسرع إلى مساعدته والتقط دبابيسه بمغنطيس!

5

اللوازم

- مغنطيس
- دبابيس فولانية

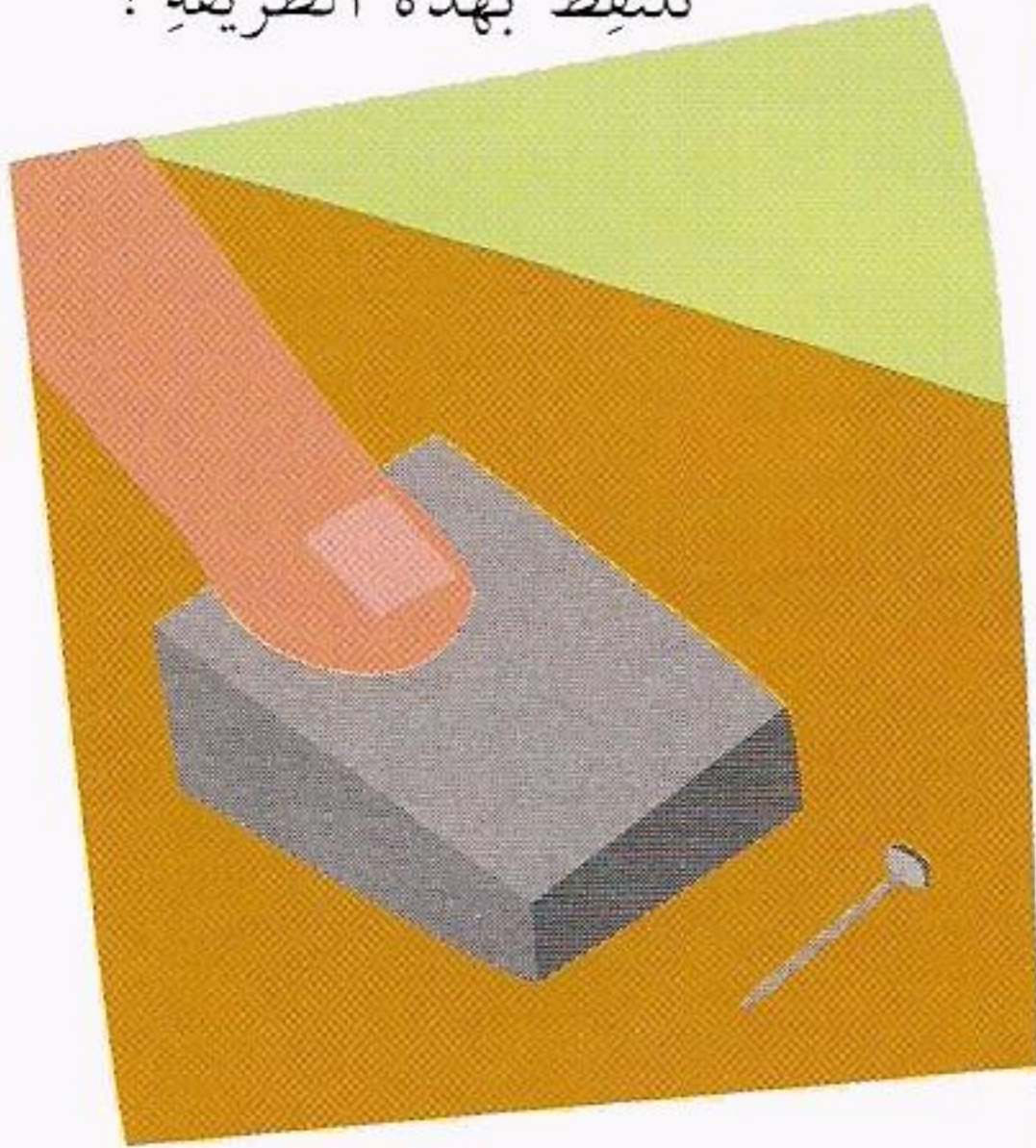


1 قُرب مغنطيسك من كومة صغيرة من الدبابيس . هل بإمكانك أن تلتقطها بمغنطيسك ؟

أين تعلق معظم الدبابيس في المغنطيس؟

2 حاول أن تلتقط

بمغنطيسك سلسلة من الدبابيس ، الواحد منها معلق بالآخر . كم دَبوسًا تلتقط بهذه الطريقة ؟



3 ضع على الطاولة دَبوسًا ثم حرك المغنطيس مُقربًا إياه تدريجيًا من الدَبوس . ماذا يحدث ؟

ماذا حدث ؟

تلتصق الدبابيس بالمغنطيس لأنها مصنوعة من الفولاذ، وهو مادة تتركب في غالبها من الحديد . فإذا كانت قريبة منه تنجذب إليه . يكون جذب المغنطيس على أشده عند طرفيه أو كما نقول قطبيه وهناك تعلق أكثر الدبابيس . عندما يلتصق دَبوس بمغنطيس ، يصبح جزءًا من المغنطيس نفسه لذا يمكن أن يلتقط هو المزيد من الدبابيس . ولهذا يكون بإمكانك أن تلتقط سلسلة من الدبابيس .



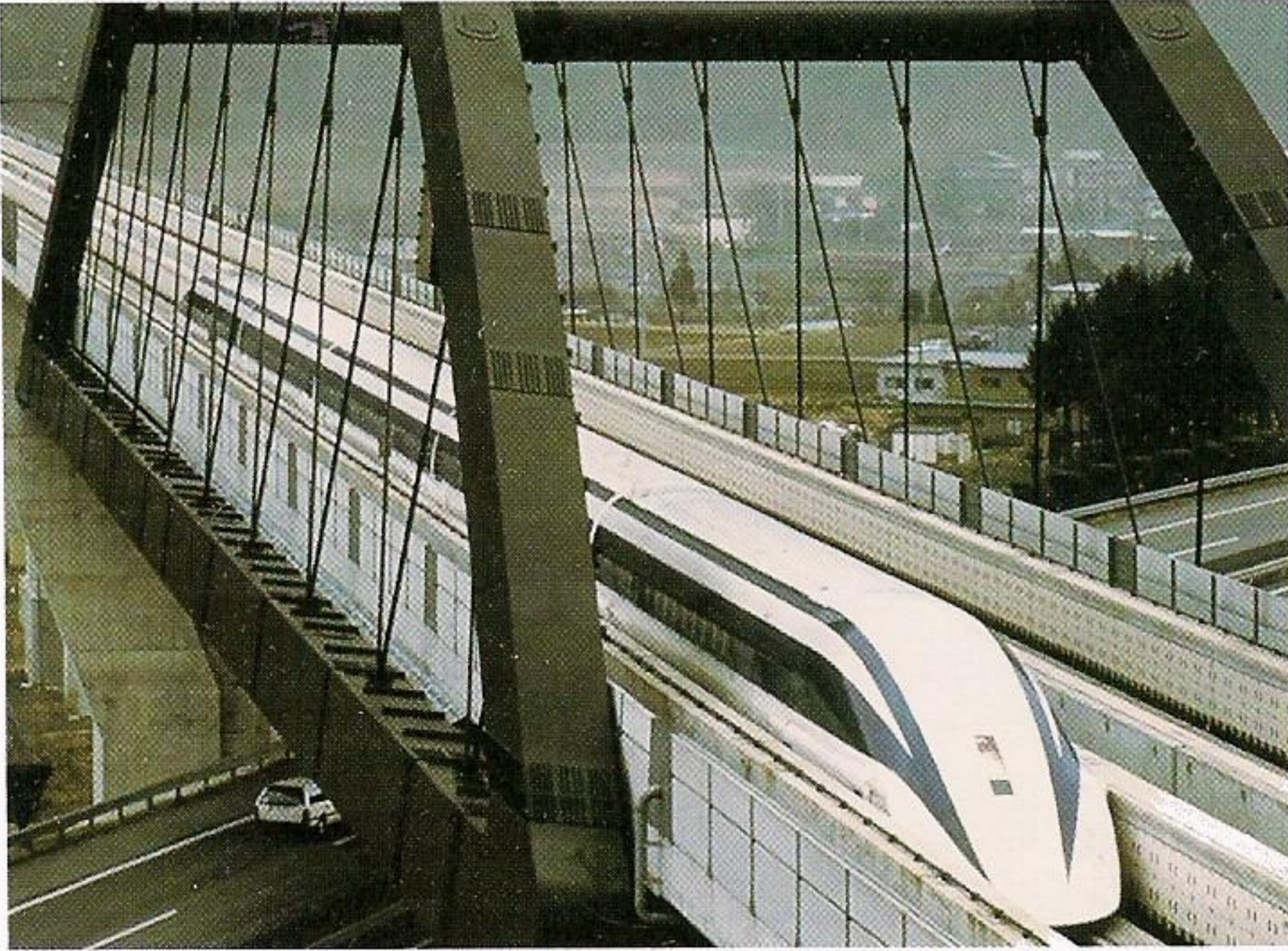
العنكبوت الغامض

أرسم عنكبوتًا بطولٍ نحو 5 سم
وفصله. الآن الصق إلى أسفل
عنكبوتك مشبك ورق وضعه
على بطاقة. يمكنك أن تجعله
يتحرك في الاتجاه الذي تريد
بتحريك مغنطيس تخفيه تحت
البطاقة!



ماذا حدث؟

إذا كانت قوة مغنطيسك كافية، فإنه يجذب مشبك الورق
نحوه، حتى مع وجود البطاقة التي تفصل بينهما. كل من
يشاهد هذه التجربة سيرى العنكبوت الورقي يتحرك بطريقة
غامضة.



أعلى من السكة

القوة المغنطيسية بين أسفل القطار والسكة تجعل هذا القطار يعلو فوق
السكة ويندفع إلى الأمام. لا يمس هذا القطار، ويدعى مغليث، في أثناء
انطلاقه السكة تحته أبدًا. وهو ينطلق بهدوء يفوق كثيرًا القطار العادي.

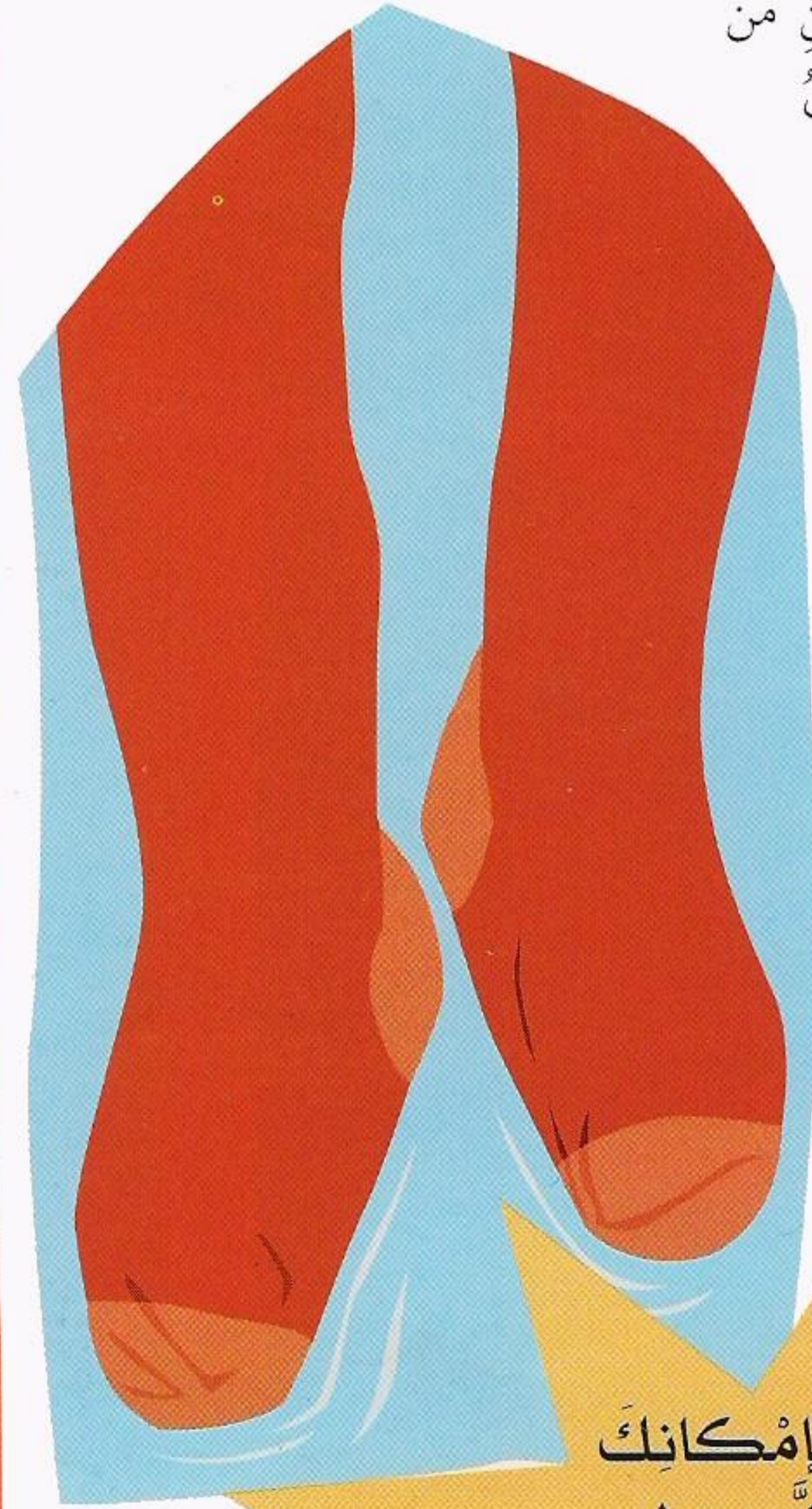
جوربان راقصان

ضع مغنطيسًا داخل كلٍّ من
الجوربين وعلقهما ليتدلّيا
في الهواء. قرب الجوربين
أحدهما من الآخر وراقبهما
يتراقصان! لفّ حول كلٍّ من
المغنطيسين طبقتين من
الورق. هل لا تزال
الحيلة شغالة؟
الآن لفّ حول
كلٍّ من
المغنطيسين
عدة طبقات من
الورق.

5

اللوازم

- مغنطيسان قضيبين
- زوج من الجوارب
- ورق



كم بإمكانك
أن تلفّ حول
المغنطيسين من ورق قبل
أن يتوقف الجوربان
عن الرقص؟

ماذا حدث؟

ما لم يكن المغنطيسان ضعيفين للغاية، سيتجادبان
ويتنافران حتى وإن كانا ملفوفين بالجوربين. طبقتان من
الورق لن تضعفا قوتهما كثيرًا، لكن طبقات عدة تضعفهما.
وكلما كان المغنطيسان أقوى زاد عدد طبقات الورق التي
يمكن أن تلفّهما بها قبل أن يتوقف الجوربان عن الرقص.

10

اللوازم

- ورقة ومقص
- بطاقة كبيرة من الورق المقوى
- الرقيق
- أقلام تلوين شمعية أو لبادية
- الرأس
- مشبك ورق فولاذي
- شريط لاصق
- مغنطيس صغير

بين القطبين

لكل مغنطيس قطبان متميزان. للتفريق بينهما، نسميهما القطب الشمالي والقطب الجنوبي - تجد المزيد عن ذلك في ص 34. تسمى منطقة القوة الجاذبة المحيطة بالمغنطيس الحقل المغنطيسي أو المجال المغنطيسي. بإمكانك أن تستخدم المغناط لإحداث تأثيرات طريفة.

أين تكون قوة المغنطيسية بين المغنطيسين على أشدها؟

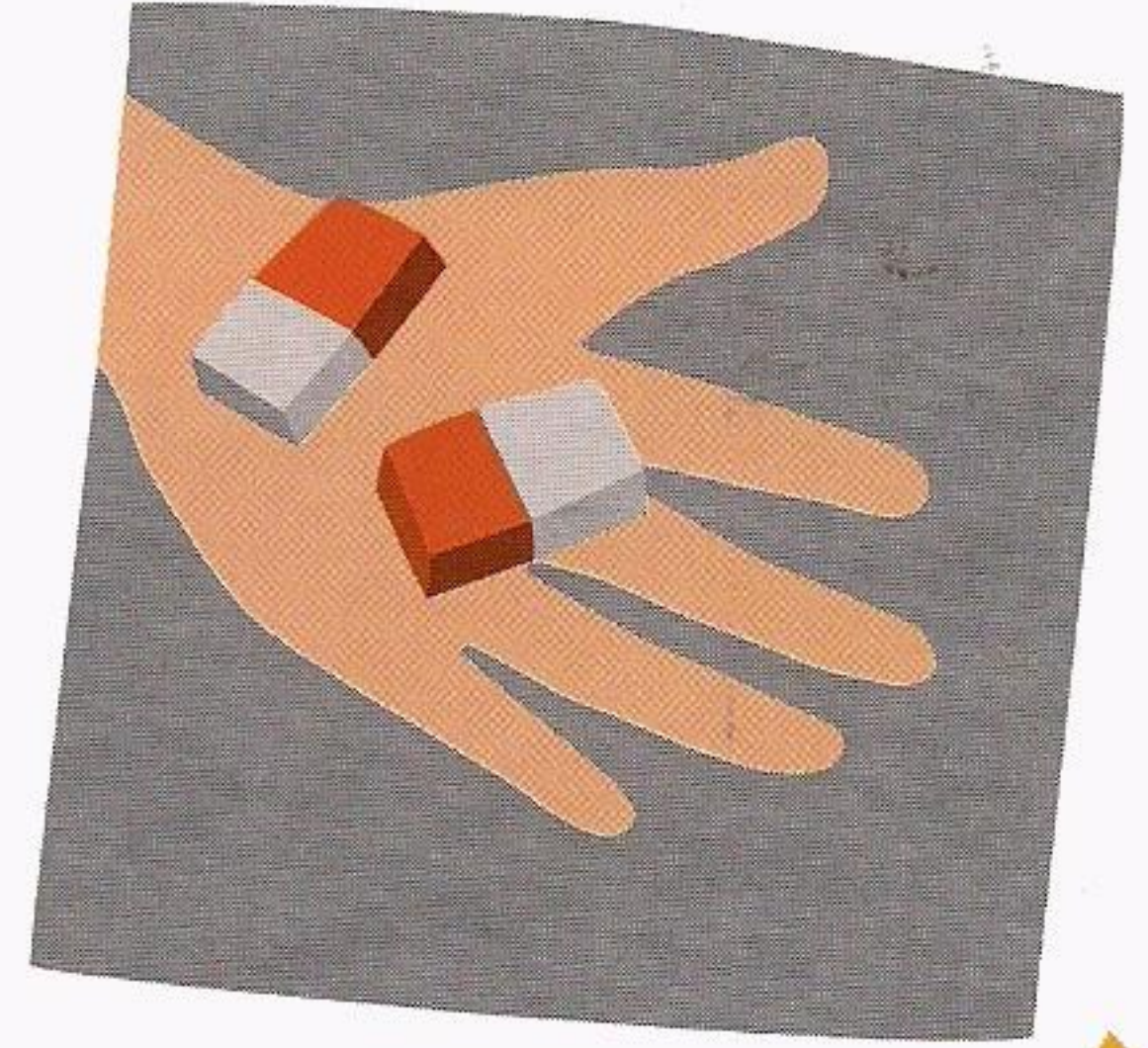
5

اللوازم

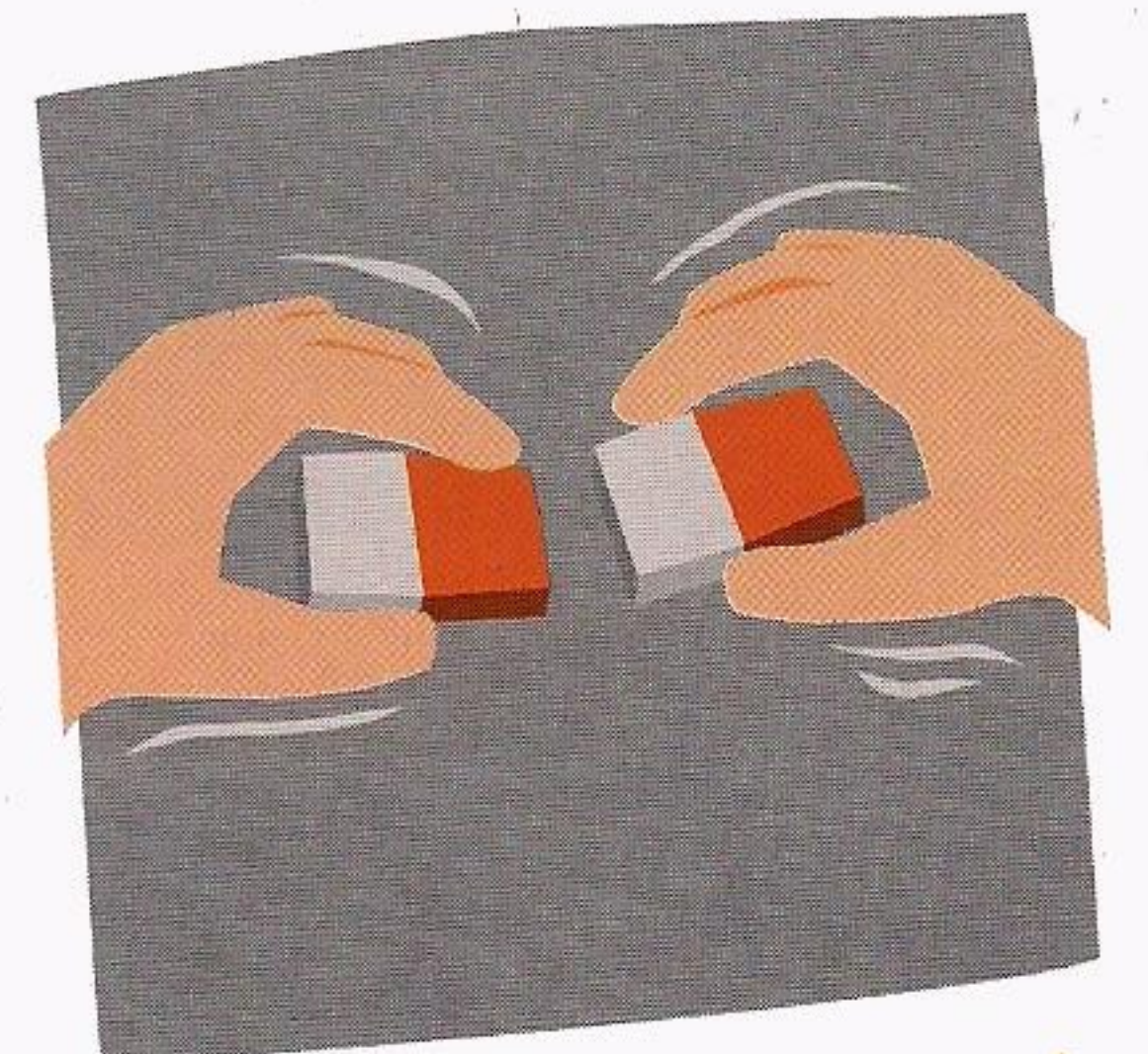
- مسطرة
- قلم رصاص
- مغنطيسان قضيبين

الضدان يتجاذبان

قد تكون القوة بين قطبي مغنطيس وقطبي مغنطيس آخر من الشدة بحيث تشعر بها.



1 أنظر بتفحص إلى مغنطيسين قضيبين. يكون على طرف كل قضيب طلاء للتمييز بين القطبين. قد يكون الطرف الواحد معلماً بإشارة تدل على الشمال أو على الجنوب، أو يكفي بطلاء كل من القطبين بلون مختلف.



2 قرب قطبين متقابلين من القضيبين أحدهما من الآخر. هل تشعر بالقوة التي تشد أحدهما إلى الآخر؟

ماذا حدث؟

تسعر بقوة شديدة بين مغنطيسين عندما تقرب بينهما. عندما يتواجه قطبان متضادان، هذه القوة تجذب أحدهما صوب الآخر. وعندما يتواجه قطبان متماثلان، هذه القوة تدفع أحدهما بعيداً عن الآخر أي تجعلهما يتنافران. وكلما تباعد المغنطيسان ضعفت القوة المؤثرة.

3 أبرم أحد المغنطيسين بحيث يتقابل قطبان متماثلان. أي قوة تشعر بها الآن؟ باعد بين المغنطيسين مسافة 3 سم، ثم 6 سم، ثم 9 سم. ما المسافة التي ينبغي أن تفصل بين القضيبين لإصدار قوة هي من الشدة بحيث تشعر بها؟

صورة حقل مغنطيسي

ضَعُ مِغْنَطِيْسَكَ تَحْتَ وَرَقَةٍ . اُنْثُرْ عَلَى الْوَرَقَةِ بُرَادَةَ حَدِيدٍ . سَتَتَّخِذُ الْبُرَادَةُ شَكْلًا مُحَدَّدًا بِسَبَبِ وُجُودِ الْمِغْنَطِيْسِ تَحْتَ الْوَرَقَةِ . ضَعُ عَلَى فُرْشَاةِ أَسْنَانِكَ قَلِيلًا مِنَ الطَّلَاءِ ثُمَّ انْقِفْهَا بِإصْبِعِكَ لِتُرْسَّ الطَّلَاءُ عَلَى الْوَرَقَةِ . عِنْدَمَا يَجِفُّ الطَّلَاءُ ، أَبْعِدِ الْمِغْنَطِيْسَ وَالْبُرَادَةَ بِأَنَاءٍ .

15

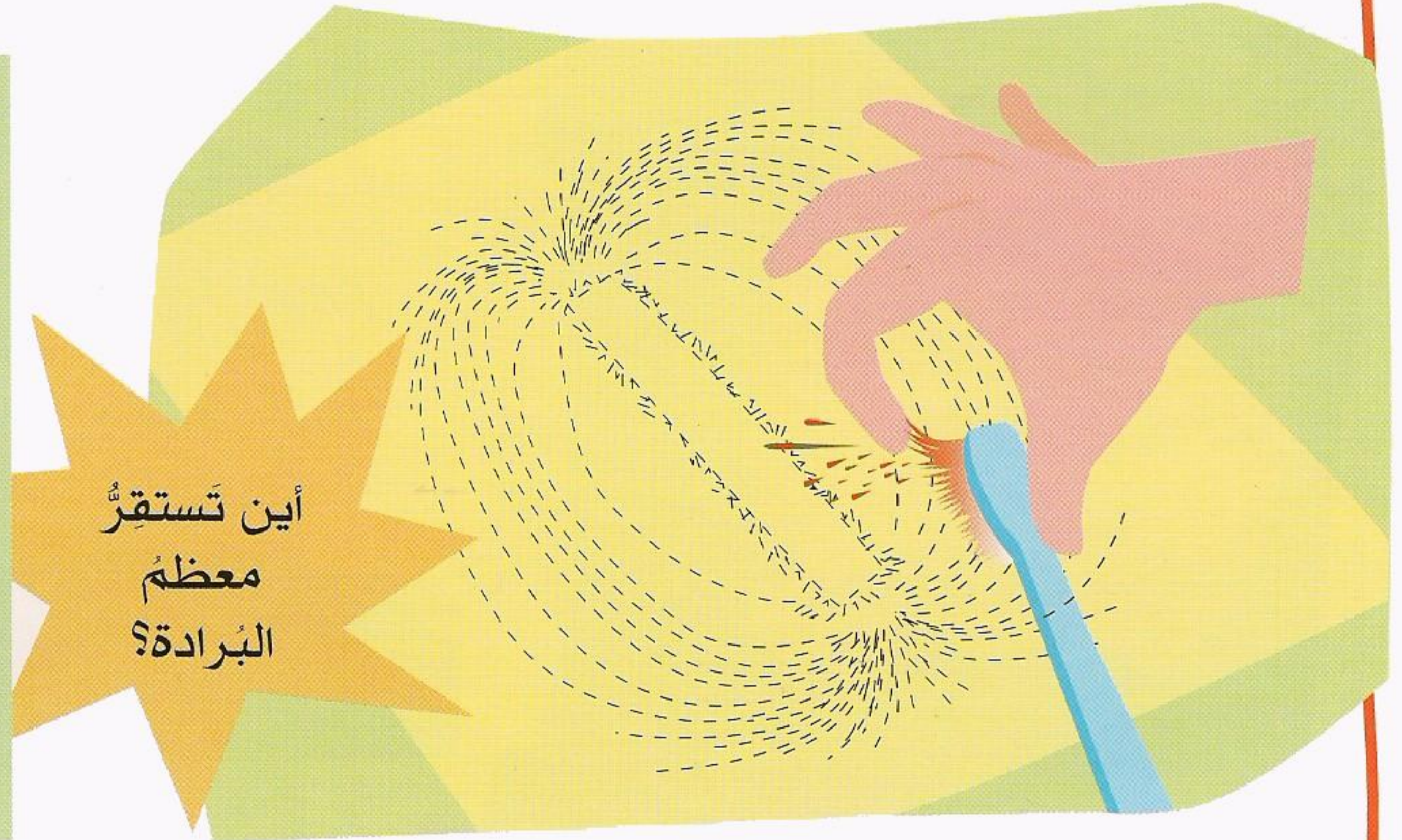
اللّوازم

- ♦ مِغْنَطِيْسٌ قُضِيْبِيّ
- ♦ بُرَادَةٌ حَدِيدٌ
- ♦ طَّلَاءٌ
- ♦ فُرْشَاةُ أَسْنَانٍ قَدِيْمَةٌ
- ♦ وَرَقَةٌ فَارِغَةٌ

ماذا حَدَثَ ؟

تَسْتَقِرُّ مَعْظَمُ الْبُرَادَةِ حَوْلَ الْقُطْبَيْنِ لِأَنَّ الْقُوَّةَ هُنَاكَ تَكُونُ عَلَى أَشَدِّهَا . وَيَسْتَقِرُّ بَعْضُ الْبُرَادَةِ حَوْلَ الْمِغْنَطِيْسِ عَلَى شَكْلِ حَلَقَاتٍ أَشْبَهَ بِحَلَقَاتِ أَوْرَاقِ الْبَصْلِ . تُسَمَّى هَذِهِ الْحَلَقَاتُ خُطُوطَ الْقُوَّةِ . وَيَكُونُ نَمَطُ الْبُرَادَةِ تَامَ التَّنَاطُرِ لِأَنَّ الْمِغْنَطِيْسَ يُولِّدُ الْقُوَّةَ نَفْسَهَا تَمَامًا عَلَى كُلِّ قُطْبٍ وَكُلِّ جَانِبٍ .

أَيْنَ تَسْتَقِرُّ
مَعْظَمُ
الْبُرَادَةِ؟



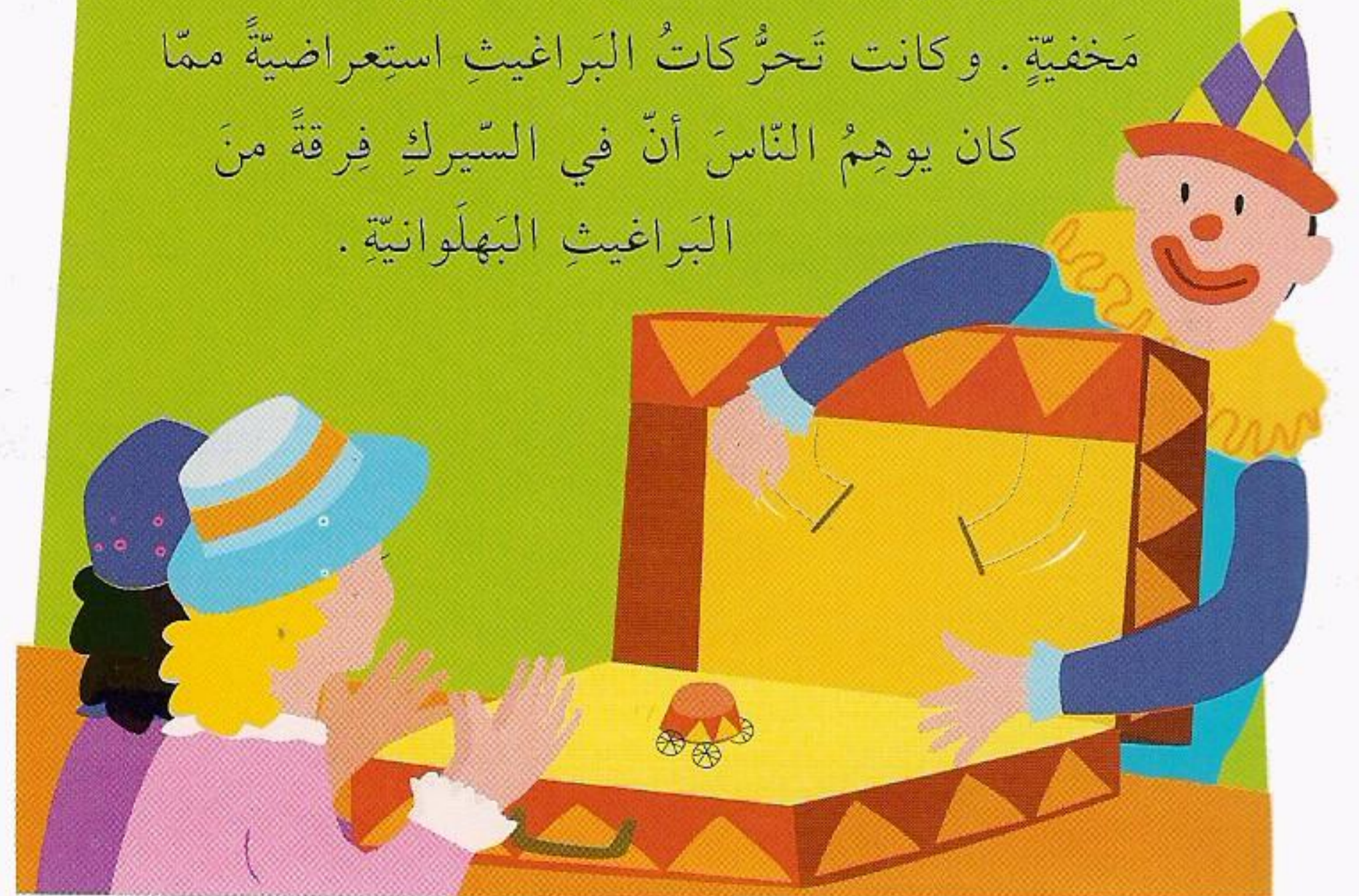
دُمِيَّةٌ مُتَكَلِّمَةٌ

فِي شَفْتِي هَذِهِ الدُّمِيَّةُ مِغْنَطِيْسَانِ . يَكُونُ فَمُ الدُّمِيَّةِ عَادَةً مُقْفَلًا بِوِاسِطَةِ خَيْطِ دَوْبَارَةٍ . لَكِنْ تَشْغِيلُ الْمِغْنَطِيْسِيْنِ يُوْدِي إِلَى تَوَلِيدِ قُوَّةٍ تَفْتَحُ الشَّفْتَيْنِ «فَتَتَكَلَّمُ» .

نَظْرَةٌ إِلَى الْمَاضِي

سِيرُكَ الْبِرَاغِيْثِ

كَانَ بَعْضُ الْمُسْعُوْدِيْنَ فِي الْقَرْنِ التَّاسِعِ يَنْظَاهِرُونَ أَنَّ عِنْدَهُمْ بِرَاغِيْثٌ تَقُومُ بِأَدَاءِ أَدْوَارٍ . كَانُوا يُسَلِّوْنَ النَّاسَ بِأَنَّ يُحَرِّكُوا بِرَاغِيْثَ مَعْدِنِيَّةٍ بِوِاسِطَةِ خَيْوِطٍ وَمَغَاظٍ مَخْفِيَّةٍ . وَكَانَتْ تَحْرُكَاتُ الْبِرَاغِيْثِ اسْتِعْرَاضِيَّةً مِمَّا كَانُ يُوْهِمُ النَّاسَ أَنَّ فِي السَّيْرِكِ فِرْقَةً مِنَ الْبِرَاغِيْثِ الْبِهْلَوَانِيَّةِ .



فَنِّ مِغْنَطِيْسِي

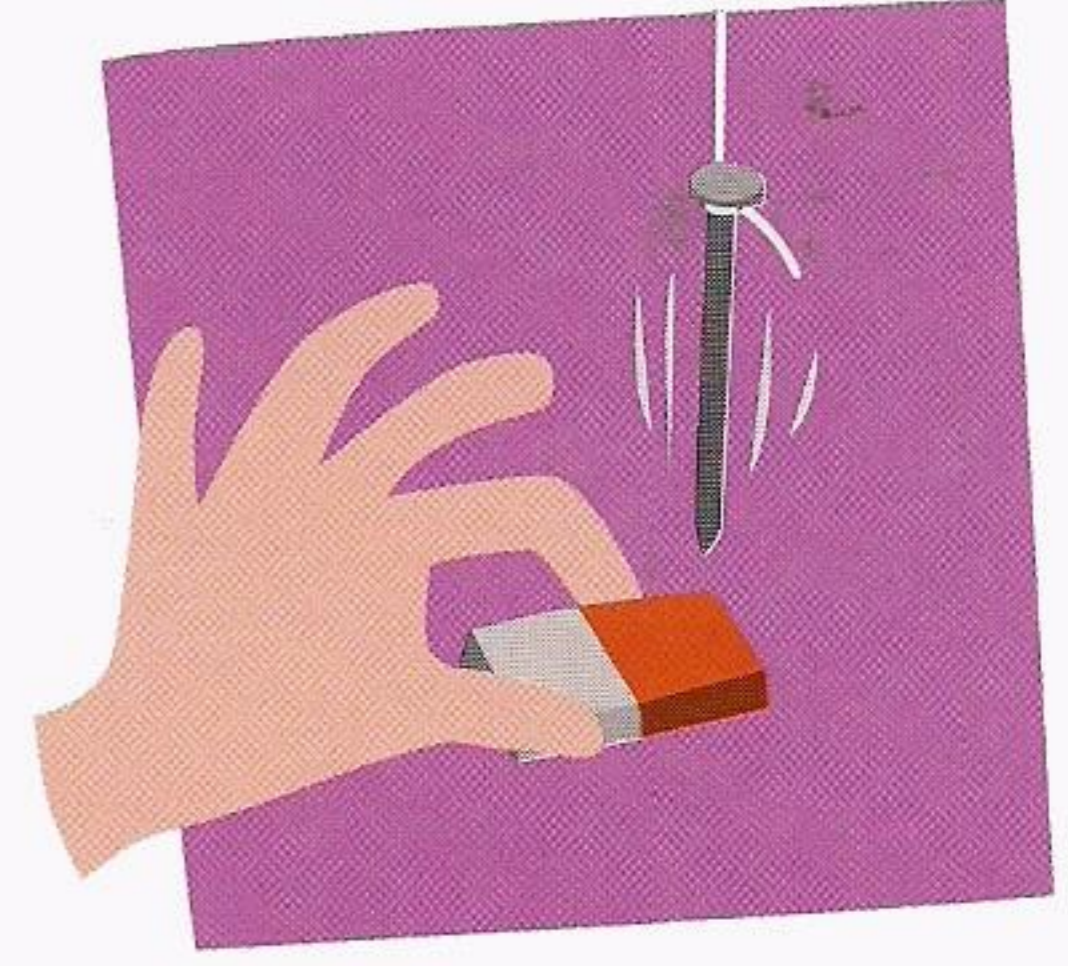
المِغْنَطُ مُفِيدَةٌ لِعَمَلِ المِكَنَاتِ والأدواتِ . لكن يُمكنُ الإِستفادَةُ منها أَيْضًا ، بشيِّءٍ مِنَ الخيالِ ، في القيامِ بِأشغالِ مِغْنَطِيْسِيَّةٍ فَنِّيَّةٍ ! بِإمكانيك أن تَصنَعَ شكلًا مُتحرِّكًا طريفًا ، مثلَ هذا الذي تَراهُ أدناه ، أو أن تَرسُمَ



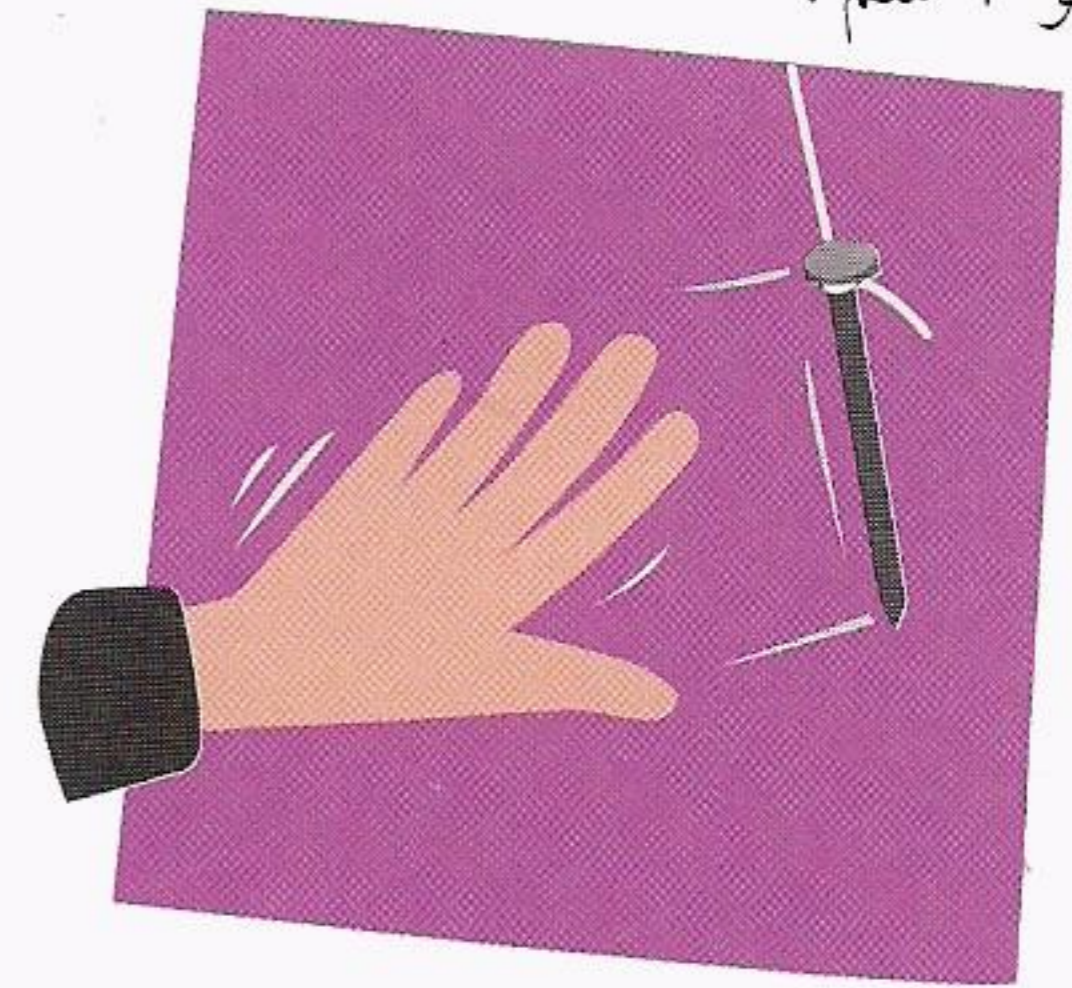
صورةً مُذهلةً للقوى المِغْنَطِيْسِيَّةِ .

بندول غريب

ثلاثة مغناط ستجعل هذا البندول يتأرجح بطريقة غريبة.



1 اربط خيط دوبارة إلى طبة المسمار . ثم دَلِّ المِسمارَ من وسطِ الكُرسِي . ضَعْ أَحَدَ مِغْنَطِكَ تحتِ المِسمارِ بحيث تكونُ الفجوةُ بينهما نحو 1 سم .



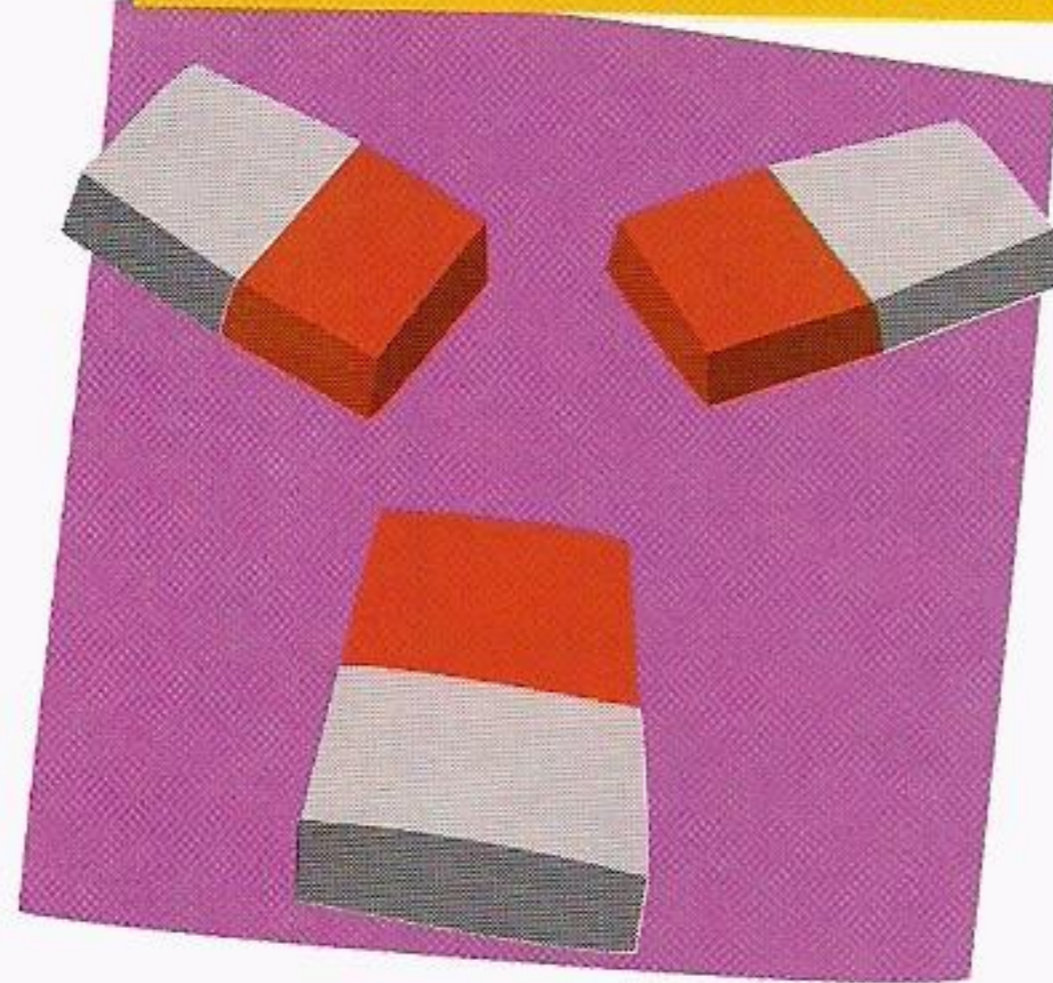
2 انقِرِ المِسمارَ بهدوءٍ وراقبِ تَارجِحَهُ كما يتَارجِحُ بندولٌ . تأكَّدْ أَنَّهُ لا يوجدُ مِغْنَطٌ قربِ المِسمارِ عندما تقومُ بذلك .

ما الذي يجعل البندول يتأرجح على هذا النحو الغريب؟

10

اللوازم

- ◆ ثلاثة مغناط
- ◆ مسمار حديدي
- ◆ خيط دوبارة
- ◆ كُرسِي
- ◆ معجون تشكيل
- ◆ شريط لاصق



3 اِستخدِمِ مِمعجونَ التَّشكيلِ لِتُثَبِّتَ على الأرضِ ثلاثةَ مِغْنَطِ ، كما تَرى . تأكَّدْ أَنَّ أَقطابَ المِغْنَطِ الثلاثةِ المُتَواجِهَةِ مُتماثلَةٌ . وِينبغي أن يَبعدَ القُطبُ عن الآخرِ نحوَ 2 سم .

4 حَرِّكِ الكُرسِيَّ بحيث يكونُ المِسمارُ فوقَ مَرَكزِ المِغْنَطِ الثلاثةِ تمامًا . ثم انقِرِ المِسمارَ بهدوءٍ ثانيةً . ماذا يحدثُ ؟

ماذا حدث ؟

عندما لا يكون في الجوار مغناط، يتأرجح المسمار كما يتأرجح بندول ساعة قديمة الطراز تأرجحًا سلسًا. فالقوة الوحيدة التي يتأثر بها المسمار هنا هي قوة الجاذبية الأرضية. عندما تضع المغناط تحت المسمار، يتأرجح المسمار دون ضابط، وبأشكال غير متوقعة. ذلك أن قوى أخرى تؤثر الآن فيه هي قوة كل من المغناط. إذ يتأرجح مقتربًا من كل من المغناط أو مبتعدًا عنه، تتغير القوة المؤثرة فيه باستمرار.

نظرة إلى الماضي

ممنوع أكلها

قبل مئات السنين، مُنِعَ البحارة في العديد من السفن من تناول البصل والثوم. فقد كانت السفن تعتمد في الملاحه على البوصلات المغنطيسية (انظر ص 34) وكان البحارة

يتوهمون أن البصل والثوم يؤثران على المغناطيس! وكانوا يخشون أن

يضلوا طريقهم إذا أدى البصل والثوم إلى اضطراب في عمل البوصلات.



20

اللوازم

- ◆ مغنطيس
- ◆ خيط دوبارة وتشكيلة من أجسام حديدية وفولاذية خفيفة مثل مشابك ورق فولاذية، مسامير حديدية، مفتاح فولاذي قديم

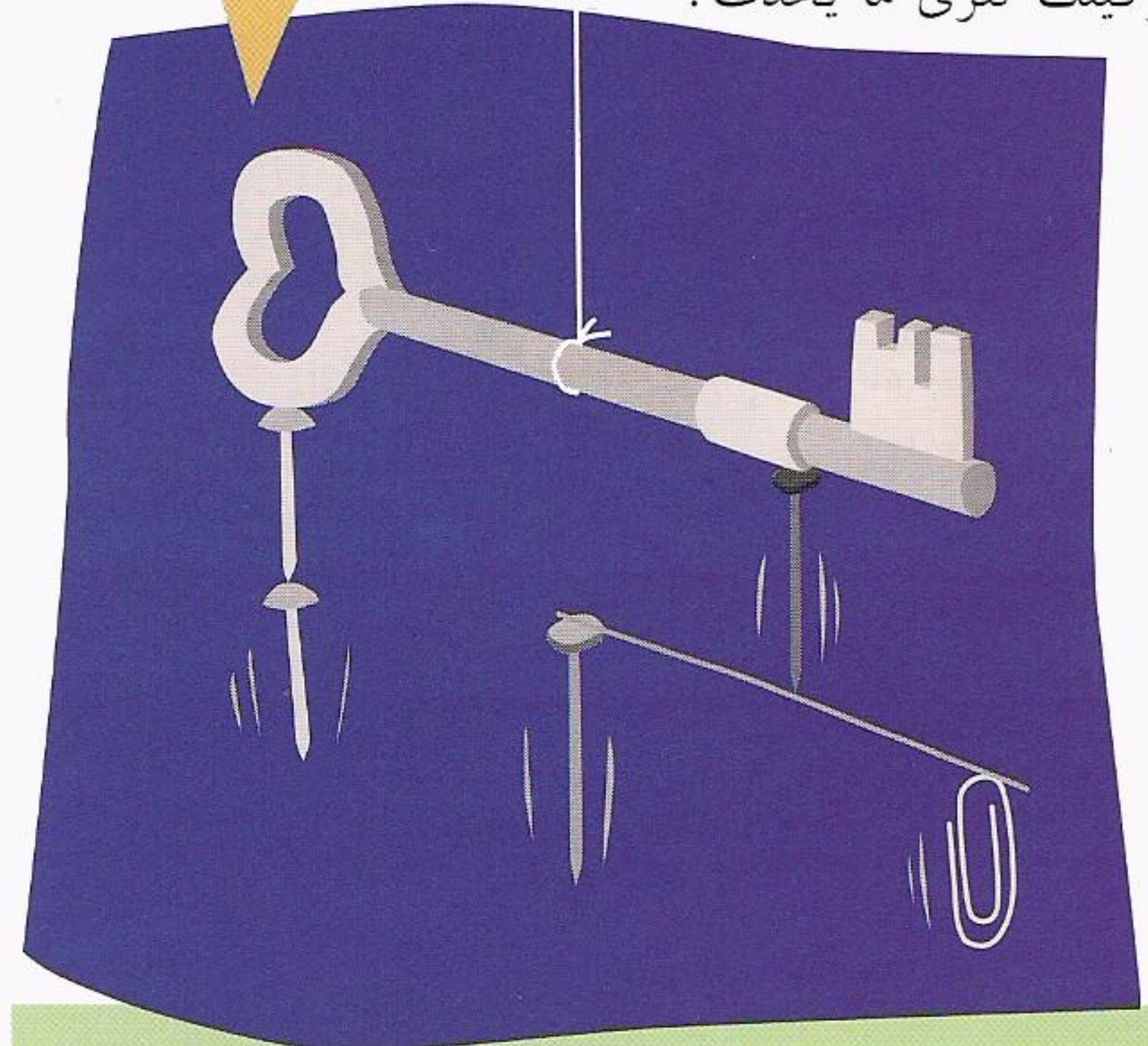
مغنطيسية

حركية

اصنع حركية مغنطيسية وانظر كم تستمر مغنطيسيتها. اتبع خطوات التجربة في الصفحة السابقة لثمنظ بضعة أشياء. علق أضخم الأشياء من خيط دوبارة بحيث يكون مباشرة فوق مستوى الأرض، ثم علق، وبعدها البعض، ما أمكنك من الأشياء الأخرى الأصغر حجمًا.

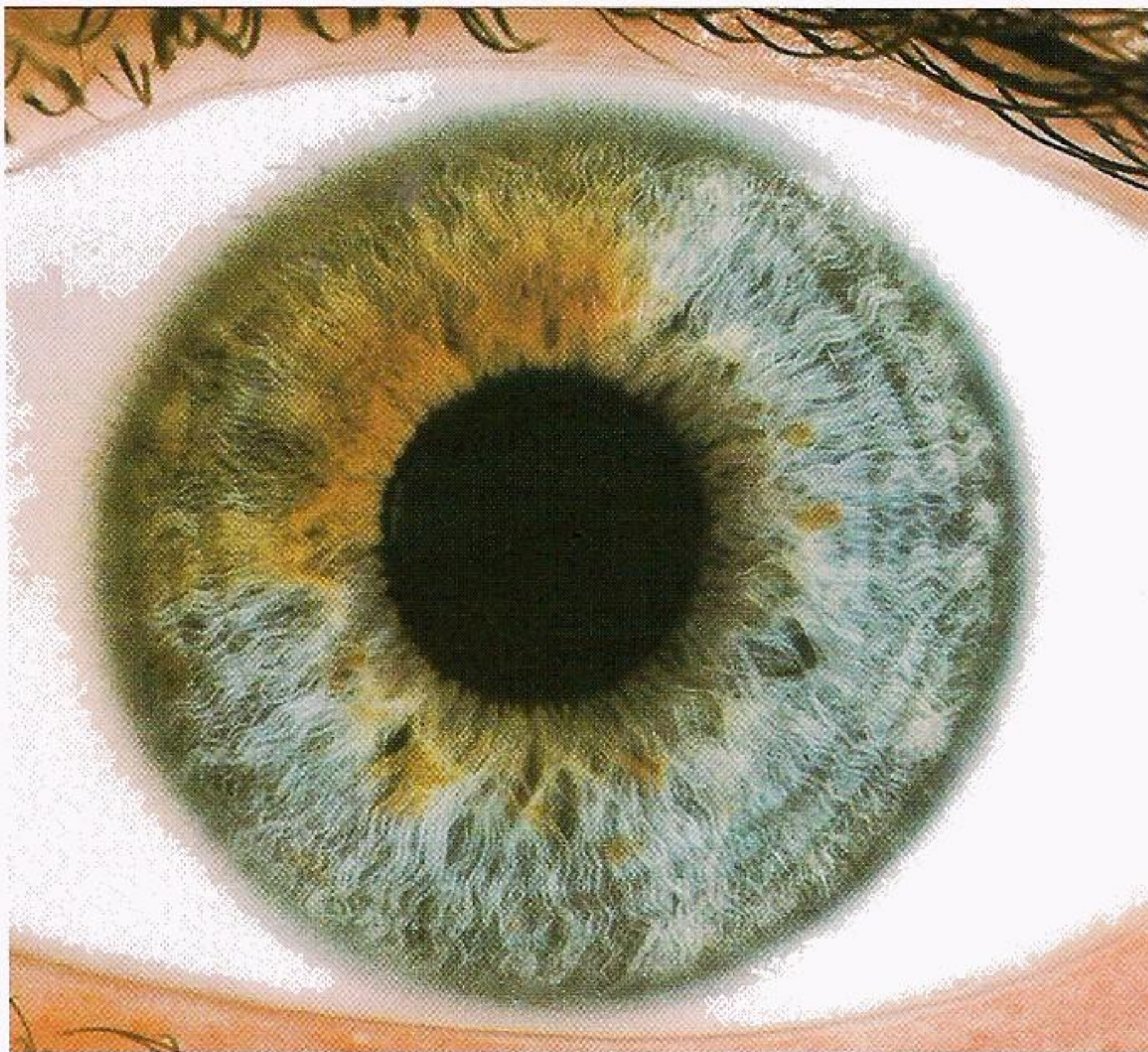
الزم الحذر عند تناولك المسامير في هذه التجربة. أبق الأشياء مجتمعة مستخدمًا القوى المغنطيسية بينها - لا تستعمل شريطًا لاصقًا أو غراء. راقب حركتها لترى ما يحدث.

ما الذي يجعل المغنطيسية تضعف مع الوقت؟



ماذا حدث؟

لما كان كل جزء من هذه الحركية هو مغنطيس، بإمكانك أن تبقىها مجتمعة من دون غراء أو شريط لاصق. لكن مع الوقت ستضعف مغنطيسية أشياءك. يكون ذلك أسرع حدوثًا إذا سقطت الحركية أو دُفعت. كل نقفة صغيرة تؤدي إلى اضطراب النطاقات قليلًا. تحافظ الأشياء الفولاذية مدة أطول على مغنطيسيتها من الأشياء الحديدية لأن نطاقاتها تحتاج إلى قوة أكبر لجعلها تضطرب.



عين واسعة

يمكن استخدام المغناطيس لإزالة أجسام معدنية من العين بطريقة آمنة. يمكن إزالة المعادن من غير مس العين بحيث يكون من غير المحتمل إيذاء العين. ينظر الأطباء إلى العين عادة من خلال مكبر عند القيام بنزع جسم غريب من العين.

إِصْنَعْ بِنَفْسِكَ مِغْنَطِيْسًا

يَتَشَكَّلُ كُلُّ مِغْنَطِيْسٍ مِنْ بِلَايِيْنِ الْمَغْنَاظِ الدَّقِيْقَةِ الَّتِي نُسَمِّيْهَا نِطَاقَاتٍ ، تَصْطَفُّ كُلُّهَا فِي الْإِتِّجَاهِ نَفْسِهِ . لِمَوَادِّ أُخْرَى نِطَاقَاتٍ أَيْضًا لَكِنَّهَا مُخْتَلِطَةٌ مِنْ غَيْرِ تَرْتِيْبٍ . إِذَا كَانَ عِنْدَكَ مِغْنَطِيْسٌ ، بِإِمْكَانِكَ أَنْ تَوْثِّرَ فِي مَوَادِّ مِغْنَطِيْسِيَّةٍ فَتَجْعَلَ نِطَاقَاتِهَا تَصْطَفُّ هِيَ أَيْضًا بِالْإِتِّجَاهِ نَفْسِهِ . بِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ بِإِمْكَانِكَ أَنْ تَصْنَعَ مَزِيدًا مِنَ الْمَغْنَاظِ .

طريقة بسيطة

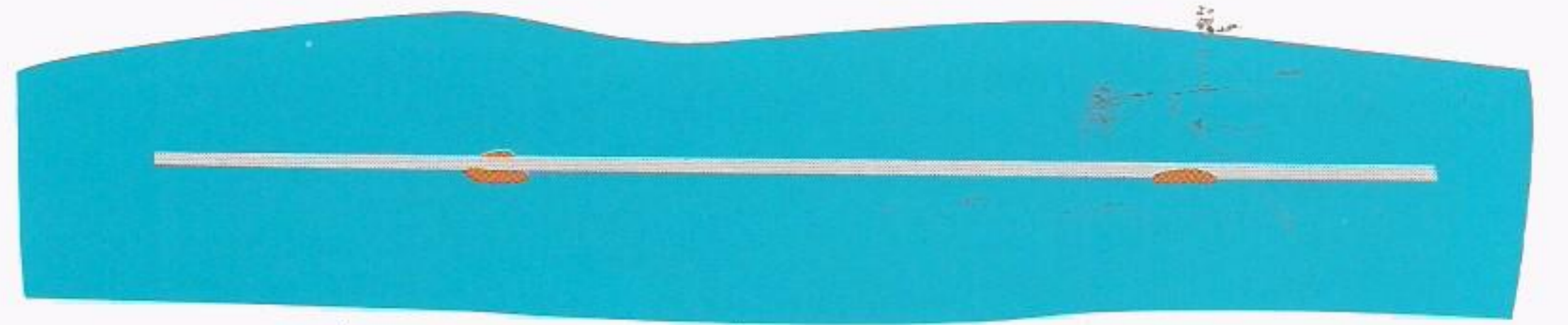
إذا أردت أن تُحوِّلَ مِشْبَكَ وَرَقٍ إِلَى مِغْنَطِيْسٍ ، مَا عَلَيْكَ إِلَّا أَنْ تَدُلِّكَهُ بِطَرِيقَةٍ مُعَيَّنَةٍ .



10

اللوازم

- ◆ مِشْبَكَ وَرَقٍ فُولَادِيَّانِ
- ◆ مِغْنَطِيْسٍ
- ◆ مَعْجُونِ تَشْكِيلٍ



ما الذي يجعل
مِشْبَكَ الْوَرَقِ
يَتَحَوَّلُ إِلَى
مِغْنَطِيْسٍ؟

3 أبعد مِغْنَطِيْسَكَ ،
وَأَلْتَقِظْ مِشْبَكَ الْوَرَقِ
وَاخْتَبِرْهُ . هَلْ تَسْتَطِيعُ
أَنْ تَلْتَقِظَ بِهِ مِشْبَكَ
وَرَقٍ آخَرَ؟

1 إِفْتَحْ مِشْبَكَ وَرَقٍ وَضَعْهُ
عَلَى سَطْحٍ ثَابِتٍ . ثَبِّتْهُ فِي
مَوْضِعِهِ بِمَعْجُونِ تَشْكِيلٍ .

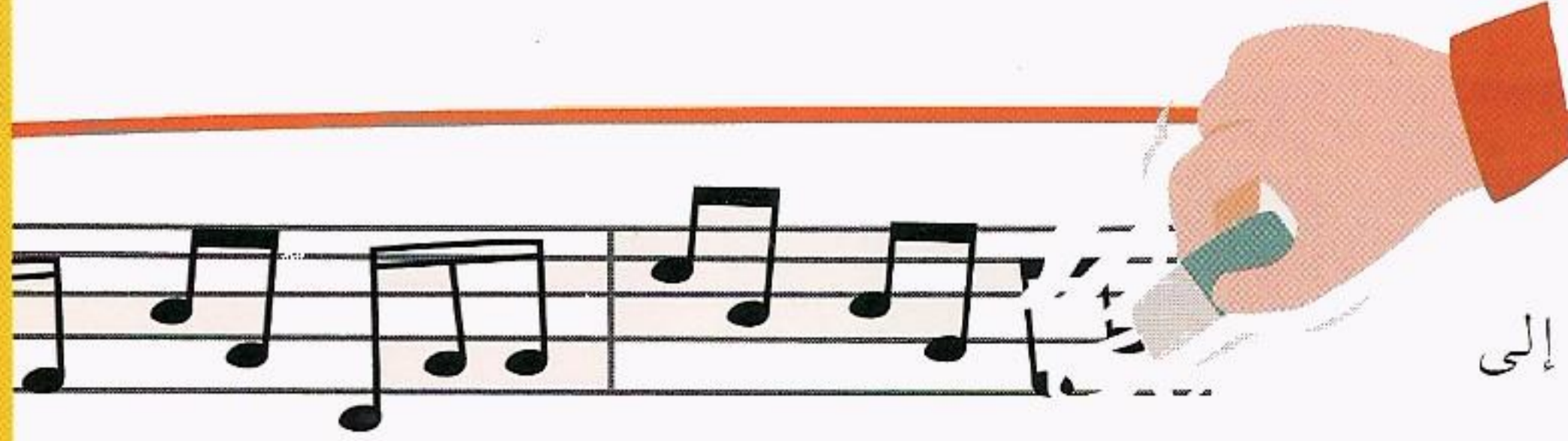


2 حَرِّكْ مِغْنَطِيْسَكَ قَرِيبًا مِنْ
مِشْبَكَ الْوَرَقِ حَرَكَةً دَائِرِيَّةً .
كَرِّرِ الْعَمَلِيَّةَ مَرَّاتٍ . إِحْرِصْ
عَلَى أَنْ تُبْقِيَ مِغْنَطِيْسَكَ مُتَّجِهَاً
الْإِتِّجَاهَ نَفْسَهُ . لَا تُغَيِّرِ اتِّجَاهَ
الْحَرَكَةِ الدَّائِرِيَّةِ أَبَدًا .

ماذا حدث؟

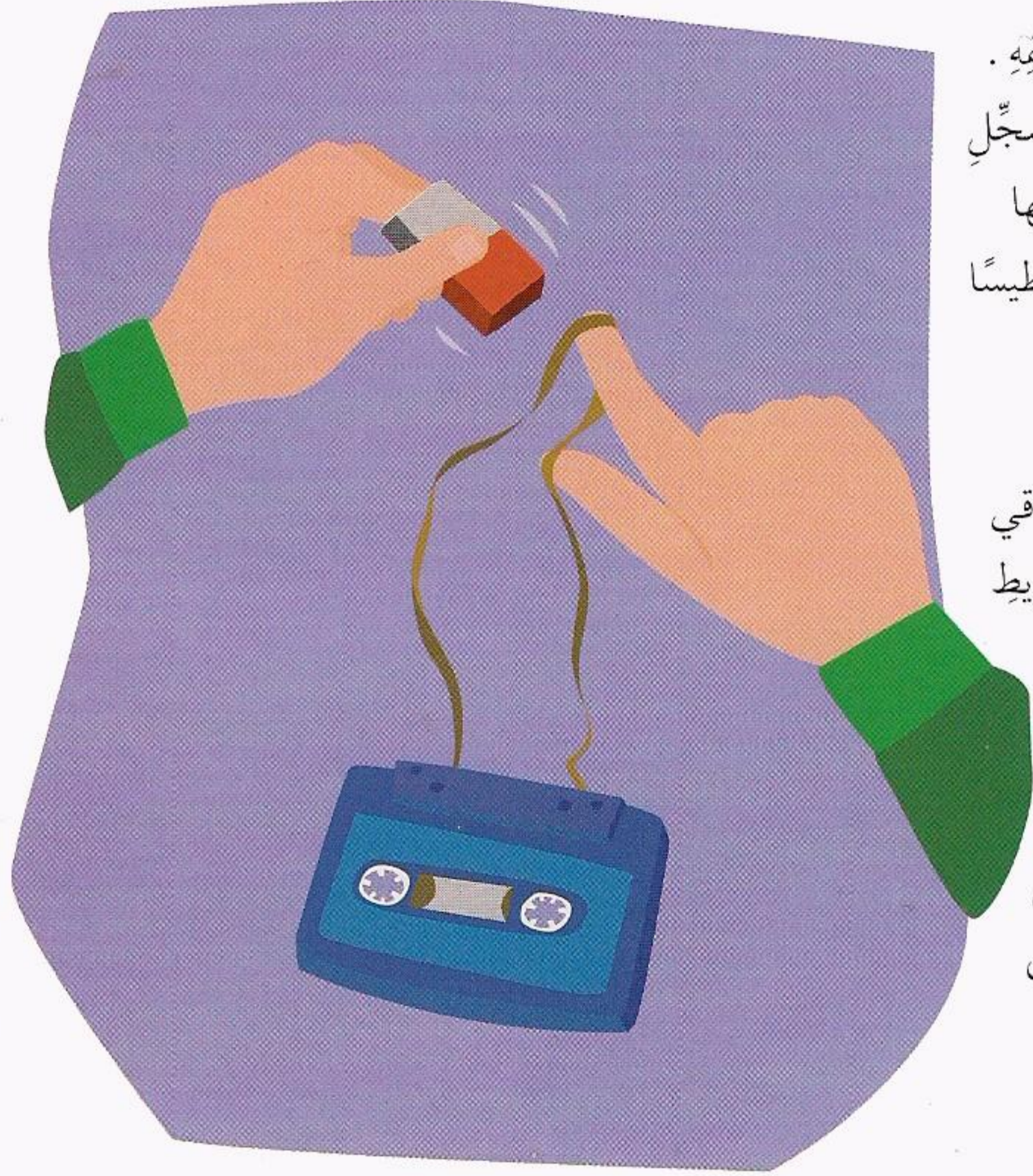
عندما تدلِّكُ مِشْبَكَ الْوَرَقِ الْفُولَادِيَّ بِمِغْنَطِيْسٍ ، تُحَوَّلُهُ هُوَ أَيْضًا إِلَى مِغْنَطِيْسٍ . ذَلِكَ أَنَّ الْمِغْنَطِيْسَ يَشُدُّ نِطَاقَاتِ مِشْبَكَ الْوَرَقِ لِتُوجِّهَ كُلُّهَا الْإِتِّجَاهَ نَفْسَهُ . بِإِمْكَانِكَ الْمِغْنَطِيْسَ أَنْ يُحَرِّكَ النِّطَاقَاتِ لِأَنَّهَا هِيَ نَفْسُهَا مَغْنَاظٌ مَجْهَرِيَّةٌ دَقِيْقَةٌ لِلْغَايَةِ .

- ◆ شريط لا تحتاج إليه
- سجلت عليه موسيقى لا ترغب فيها
- ◆ مسجل
- ◆ مغنطيس



أزل ما تمغنط

شغل موسيقى لا تحتاج إلى الاحتفاظ بها وأوقف الشريط في نحو منتصفه. أخرج الشريط من المسجل واسحب منه حلقة طولها نحو 30 سم. مرر مغنطيساً قريباً من طرف حلقة الشريط التي سحبتها. احرص ألا تقربه من باقي الشريط. أعد لف الشريط إلى موضعه في الكاسيت بأناقة ثم استمع إليه ثانية. ماذا يحدث عندما تصل إلى الجزء من الشريط الذي قربت منه المغنطيس؟



ماذا حدث؟

مسح المغنطيس الصوت عن جزء من الشريط. تخزن مجموعات صغيرة من حبيبات مغنطيسية أجزاء صوتية دقيقة. طول كل جزء من هذه الأجزاء الدقيقة نحو عشرة بالألف من الثانية. يكون للحبيبات التي تخزن صوتاً أعلى مغنطيسية أقوى. وعندما تمرر مغنطيساً قريباً من شريط، فإن قوة المغنطيس تقوى على قوة كل من مجموعات الحبيبات، فتسح المعلومات المخزنة.



قرص الكمبيوتر الصلب

قرص الكمبيوتر الصلب يخزن الكلمات والصور وغيرها من المعلومات بفعل المغنطيسية. إذ تقوم بالعمل على الكمبيوتر تغيير مغنط دقيقة نمط المغنطة لتخزن معلومات أو لتسحها.

نظرة إلى الماضي

موسيقى خطيرة

كان تشغيل بعض التسجيلات المغنطيسية في الثلاثينات من القرن العشرين عملية تنطوي على مخاطر. فقد كان الناس يخزنون الصوت على سلك مغنط لا على شريط ذي حبيبات مغنطيسية. لتشغيل الصوت كان على السلك أن يتحرك عبر مكنة بسرعة كبيرة. ولو حدث أن انقطع السلك فقد يفلت ويجرح ما حوله أو من حوله. وكان على المستمعين أن يكونوا متاهبين للفرار.

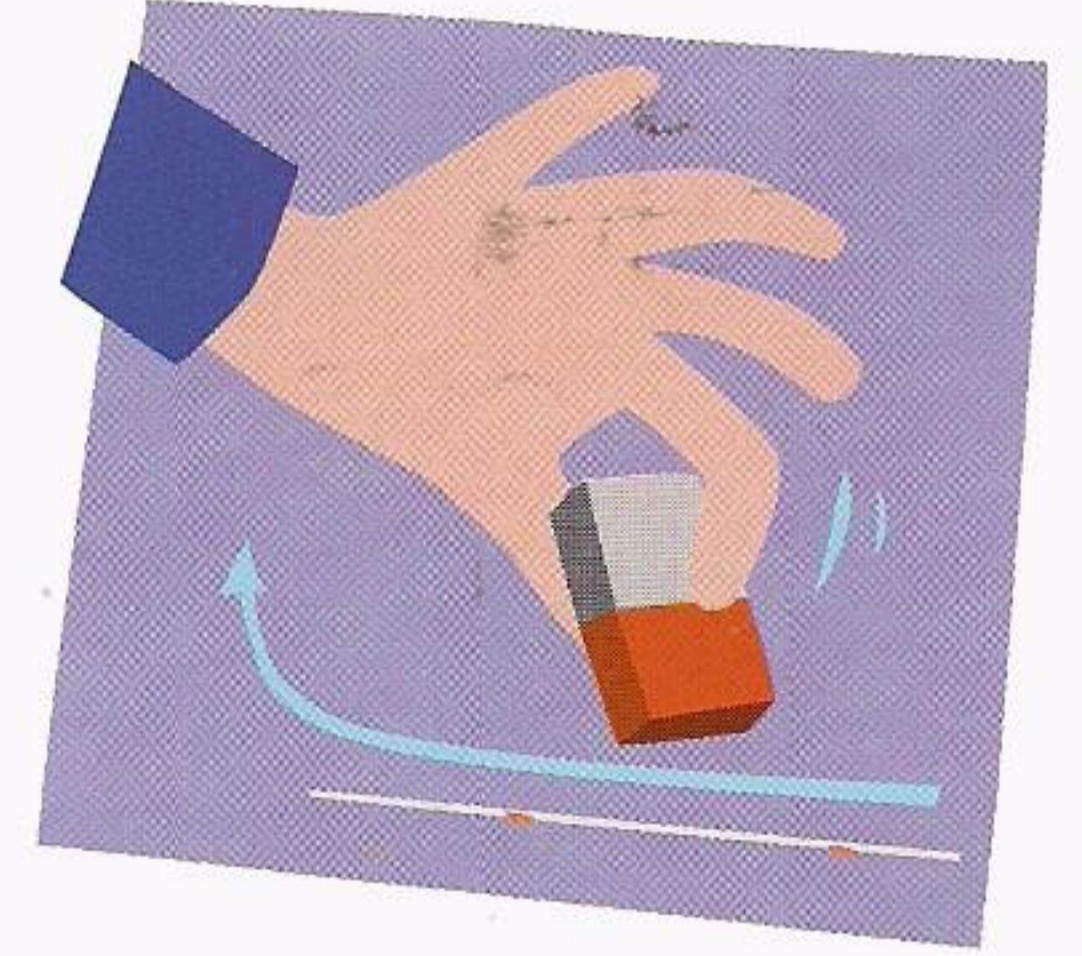


مغانط صغيرة

لا تستطيع إتلاف المغنطيس بقطعه إلى نصفين . ذلك أنه سيكون لكل من النصفين اللذين حصلت عليهما بلايين النطاقات التي تصطف في اتجاه واحد . هذه النطاقات تعطي كلاً من النصفين مغنطيسية .

ضاعف العدد

إسأل راشداً أن يساعذك في قطع مغنطيس من صنع منزلي إلى نصفين - فيكون لديك مغنطيسان من صنع منزلي!



15

اللوازم

- مشبك ورق فولاذيان
- مغنطيس
- خيط رفيع
- زردية

1

إتبع خطوات التجربة في ص 30 لتحوّل مشبك ورق إلى مغنطيس من صنع منزلي . تفحص مغنطيسك لتتأكد من عمله .

كيف نصنع مغنطيسين من قطع مغنطيس إلى نصفين؟

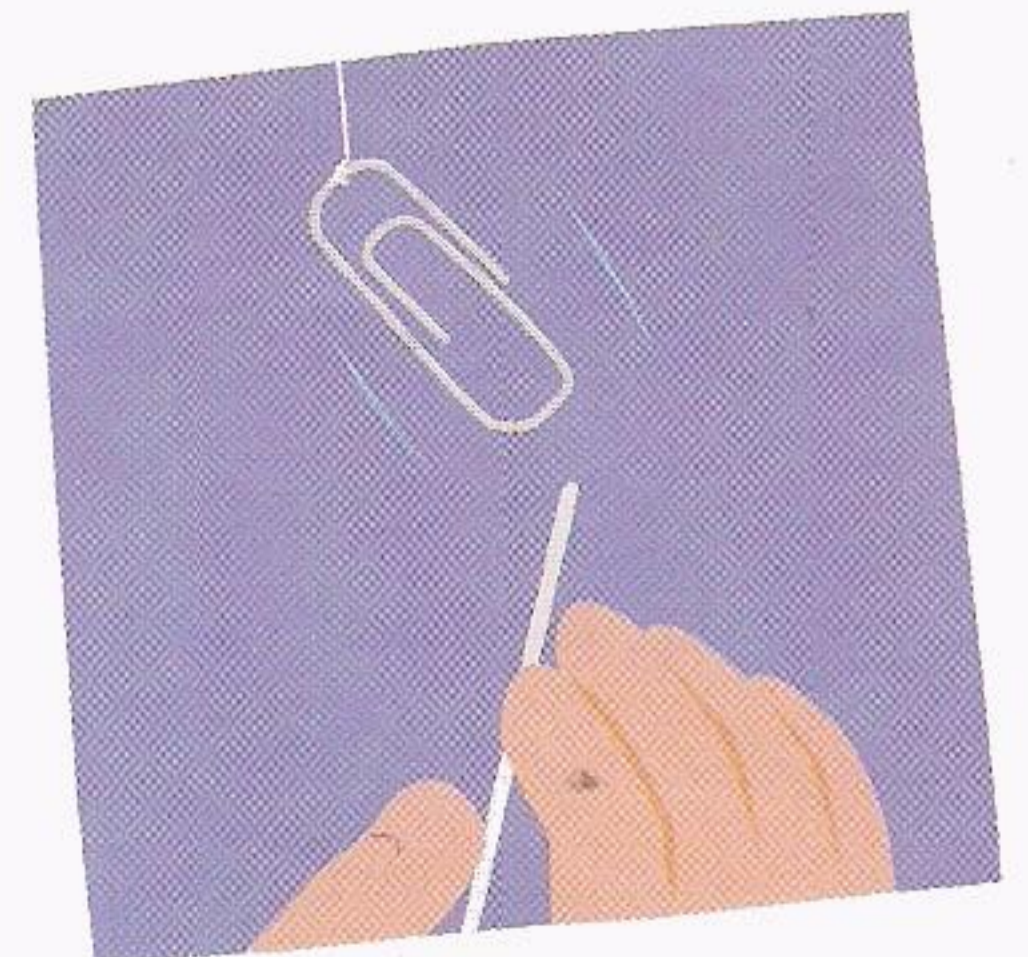


2 إسأل راشداً

أن يقصّ مغنطيسك المنزلي إلى نصفين ، مستخدماً زردية .

3

علّق مشبك ورق عاديّاً من خيط واجعله يتدلى . قرب منه أحد نصفي المغنطيس المنزلي . هل يجذب مشبك الورق؟ كرّر هذه الخطوة مستخدماً نصف المغنطيس المنزلي الآخر .



4 الآن ذلّ بالخيط

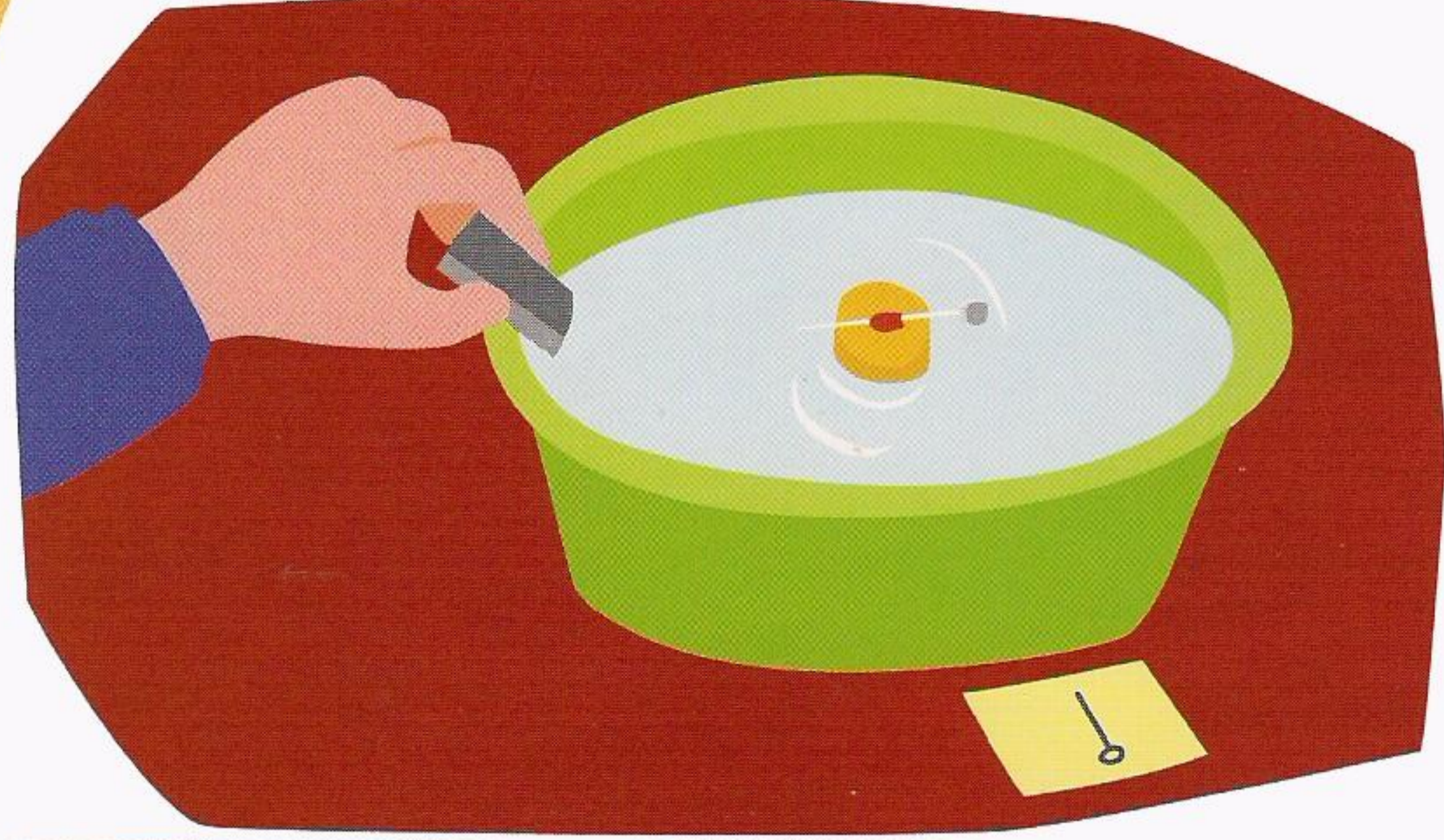
أحد نصفي المغنطيس المنزلي . قرب منه النصف الآخر . هل يتجاذب النصفان؟ ماذا يحدث إذا أنت وجهت الطرف الآخر من نصف المغنطيس الذي في يدك إلى النصف المعلق؟

ماذا حدث؟

عندما قصصت مغنطيسك المنزلي إلى نصفين، جعلته مغنطيسين. ذلك أنه لا يزال لكل من النصفين أعداد هائلة من النطاقات تتخذ الاتجاه نفسه. كل مغنطيس صغير قادر على جذب مشبك ورق. ولما كان له قطبان شمالي وجنوبي فإنه قادر على جذب المغنطيس الصغير الآخر. بإمكانك أن تقص المغنطيس المنزلي الصغير إلى مزيد من القطع فتحصل على مغناط أصغر.

مِغْنَطِيسٌ مُشَوِّشٌ

بِإِمْكَانِكَ أَنْ تُشَوِّشَ عَلَى بَوْصَلَةٍ بِاسْتِخْدَامِ مِغْنَطِيسٍ .
إِتَّبِعْ خُطُواتِ التَّجْرِبَةِ فِي الصَّفْحَةِ السَّابِقَةِ لِتَصْنَعَ بَوْصَلَةً
صَغِيرَةً طَافِيَةً . تَفَحَّصِ البَوْصَلَةَ عِنْدَمَا تَسْتَقِرُّ لِتَتَأَكَّدَ مِنْ
أَنَّهَا تُشِيرُ إِلَى اتِّجَاهِ شَمَالِيٍّ جَنُوبِيٍّ . ثَمَّ قَرِّبْ مِغْنَطِيسًا
إِلَى بُعْدِ بَضْعَةٍ سَنْتِمِترَاتٍ مِنْهَا . مَاذَا يَحْدُثُ ؟



كَيْفَ يُشَوِّشُ مِغْنَطِيسٌ عَلَى بَوْصَلَةٍ؟

اللَّوْازِمُ

20

- مِغْنَطِيسٌ
- أَشْيَاءٌ مِمَّا يُسْتَعْمَلُ فِي تَجْرِبَةِ
الصَّفْحَةِ السَّابِقَةِ

مَاذَا حَدَّثَ ؟

حَالَمَا تُقَرِّبُ مِغْنَطِيسًا مِنْ بَوْصَلَتِكَ ،
يَدُورُ قُطْبَا البَوْصَلَةِ صَوْبَ قُطْبِي
المِغْنَطِيسِ ، فَلَا تَعُودُ البَوْصَلَةُ تُشِيرُ إِلَى
الشَّمَالِ . ذَلِكَ أَنَّ مِغْنَطِيسَكَ أَقْوَى بِكَثِيرٍ
مِنْ مِغْنَطِيسِيَّةِ الأَرْضِ . يَتَغَلَّبُ
المِغْنَطِيسُ عَلَى مِغْنَطِيسِيَّةِ الأَرْضِ ،
وَيُشَوِّشُ عَلَى البَوْصَلَةِ .

4

إِنْتَظِرْ أَنْ يَهْدَأَ قُرْصُ الفِلِينِ وَمَعَهُ
الدَّبَّوسُ عَنِ الدَّوْرَانِ . أَرَسِّمْ صُورَةَ
الدَّبَّوسِ عَلَى وَرَقَةٍ . ضَعِّهَا عَلَى الأَرْضِ
وَلَا حِظَّ الجِهَةِ الَّتِي تُشِيرُ إِلَيْهَا
إِبْرَةُ الدَّبَّوسِ .

مَاذَا حَدَّثَ ؟

عِنْدَمَا يَتَوَقَّفُ الدَّبَّوسُ المُمِغْنَطُ عَنْ
الدَّوْرَانِ ، فَإِنَّهُ يَظَلُّ يُشِيرُ إِلَى الإِتِّجَاهِ
نَفْسِهِ ، حَتَّى حِينَ تُدِيرُ الطَّاسَ . ذَلِكَ
الإِتِّجَاهُ هُوَ عَلَى نَحْوِ تَقْرِيبيٍّ شَمَالِيٍّ -
جَنُوبِيٍّ . وَهُوَ يَفْعَلُ ذَلِكَ لِأَنَّ قُطْبِيَّةَ
الشَّمَالِيَّ والجَنُوبِيَّ يَتَأَثَّرَانِ بِالأَرْضِ ،
وَهِيَ نَفْسُهَا مِغْنَطِيسٌ عَمَلِاقٌ ، لَكِنَّهُ
ضَعِيفٌ . أَحَدُ قُطْبِي مِغْنَطِيسِيَّةِ الأَرْضِ
هُوَ الشَّمَالُ الجُغْرَافِيُّ عَلَى نَحْوِ
تَقْرِيبيٍّ ، وَالْقُطْبُ الأَخْرُ هُوَ الجَنُوبُ
الجُغْرَافِيُّ .



بَرِيدُ الحَمَامِ

عِنْدَ الحَمَامِ المَعْرُوفِ بِحَمَامِ الزَّاجِلِ حِسٌّ مُذْهِلٌ بِالإِتِّجَاهِ ، يُمَكِّنُهُ
مِنْ أَنْ يَجِدَ طَرِيقَهُ حَتَّى عَلَى بُعْدِ مِائَاتِ الكِيلُومِترَاتِ . يَظُنُّ العُلَمَاءُ
أَنَّ حَمَامَ الزَّاجِلِ يَعْرِفُ طَرِيقَهُ مُسْتَدِلًّا بِمِغْنَطِيسِيَّةِ الأَرْضِ .

إِعْرَفْ طَرِيقَكَ

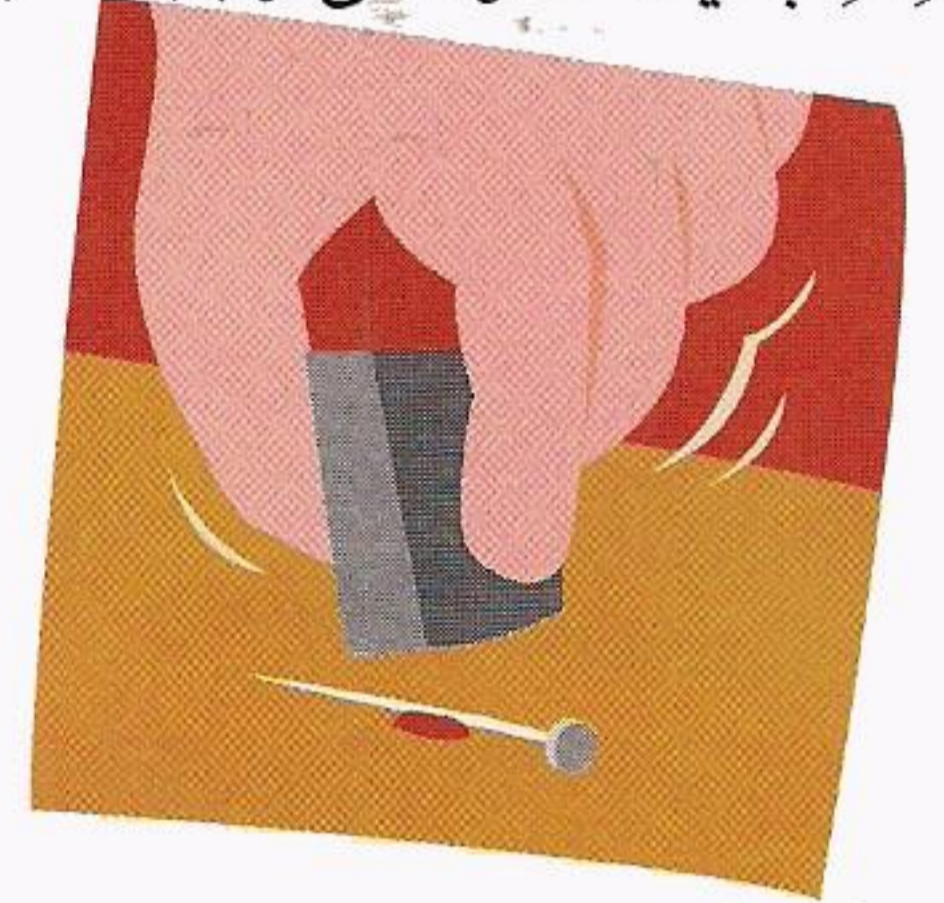
نَظْرَةٌ إِلَى الْمَاضِي



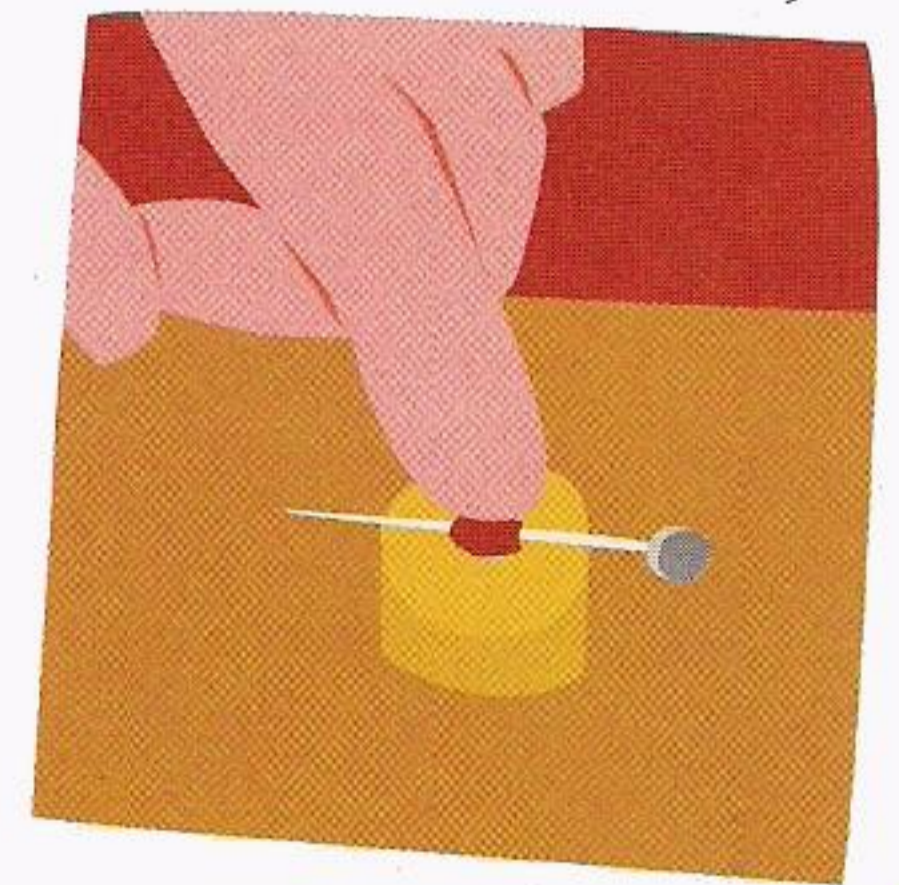
إِسْتَعَلَّ الْإِنْسَانُ الْمِغْنَطِيسَ ، مِنْذَ أَنْ
اِكْتَشَفَهُ ، فِي مَعْرِفَةِ طَرِيقِهِ مِنْ مَكَانٍ إِلَى
مَكَانٍ . يُمَكِّنُ اسْتِخْدَامَ الْمَغْنِاطِ لِأَنَّهَا
تَدُورُ دَائِمًا لِتُوجِّهَ جِهَةَ الشَّمَالِ . ذَلِكَ
أَنَّهَا تَتَأَثَّرُ بِالْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ ، الَّتِي هِيَ
نَفْسُهَا تَعْمَلُ عَمَلُ مِغْنَطِيسٍ ضَخْمٍ وَلَكِنْ ضَعِيفٍ . نُسَمَّى
الْمِغْنَطِيسَ الَّذِي بِهِ نَعْرِفُ جِهَةَ الشَّمَالِ بُوَصْلَةً .

جَمَلٌ خَفِيفٌ

هَذِهِ الْبُوصْلَةُ يُمَكِّنُ لِصِغَرِ حَجْمِهَا
وَضَعُوعِهَا فِي عُلْبَةٍ كَبِيرَةٍ ، وَهِيَ مِنْ
الْخَفِيفَةِ بَحَيْثُ تَطْفُو عَلَى وَجْهِ الْمَاءِ .



1 إِتَّبِعْ تَعْلِيمَاتِ التَّجْرِبَةِ فِي
ص 30 لِتُحَوَّلَ دَبَّوسًا فُولَادِيًّا إِلَى
مِغْنَطِيسٍ . اسْتِخْدِمِ مِغْنَطِيسَكَ
لِتَحْقِيقِ ذَلِكَ .

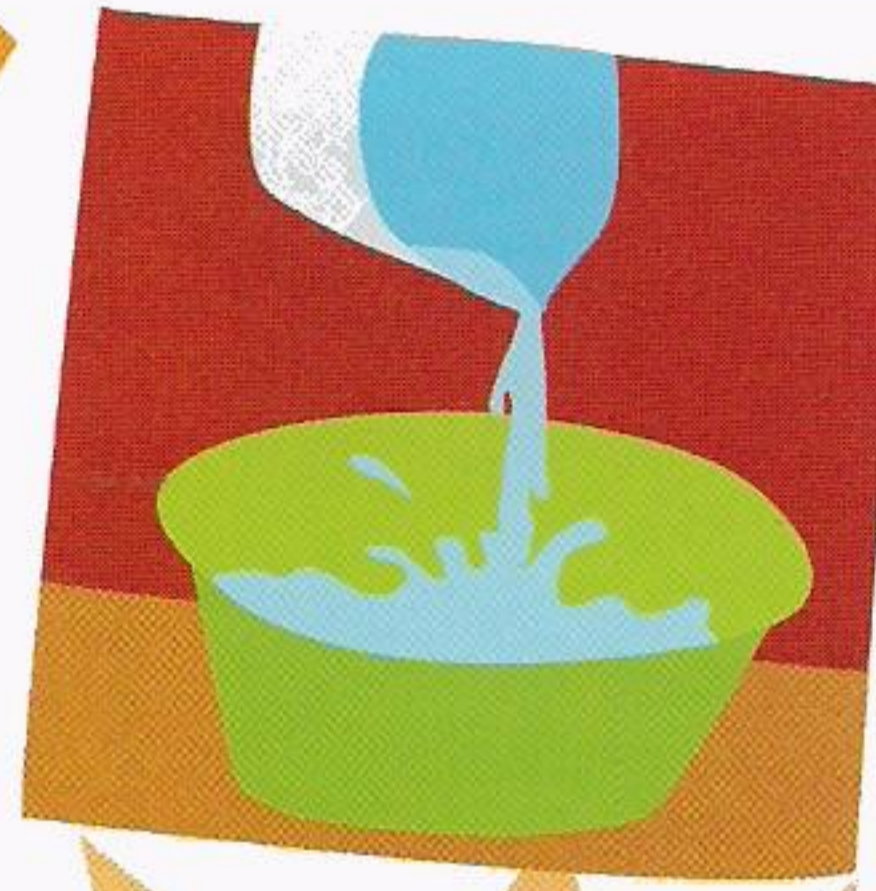


2 إِسْأَلْ رَاشِدًا أَنْ يُقْصَرَ قُرْصًا صَغِيرًا
بِسُمْكِ نَحْوِ 1 سَمٍ مِنْ فِلِينَةِ الْقَنْيْنَةِ
مُسْتَعْدِمًا السَّكِّينَ الْقَاطِعَةَ . ضَعِ الدَّبَّوسَ
عَلَى قُرْصِ الْفِلِينِ . ثَبِّتْهُ فِي مَكَانِهِ بِكَمِّيَّةٍ
ضَيْلَةٍ مِنْ مَعْجُونِ التَّشْكِيلِ .

اللُّوْازِمُ

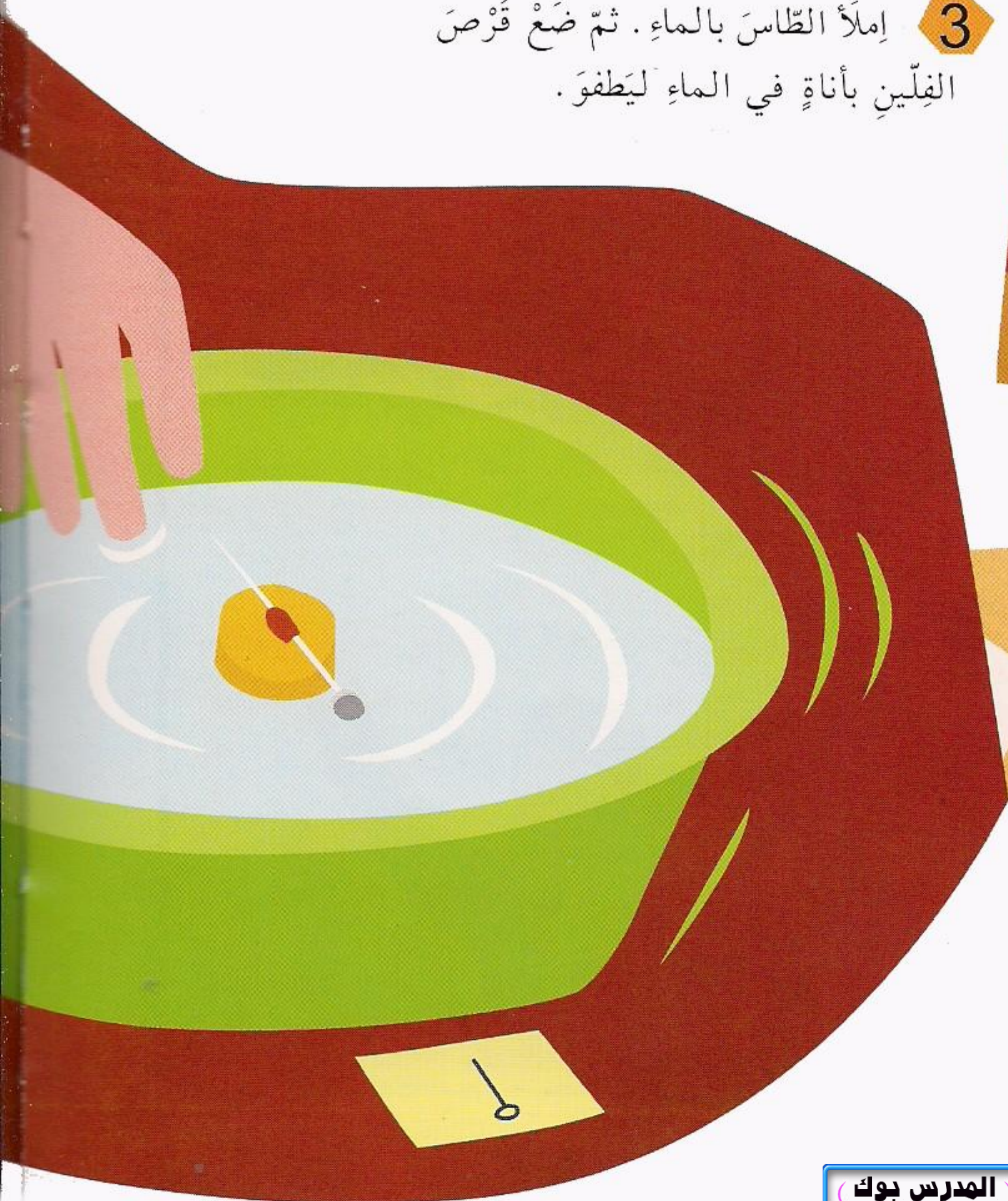
15

- ◆ مِغْنَطِيسٌ
- ◆ دَبَّوسٌ فُولَادِيٌّ
- ◆ فِلِينَةٌ قَنْيْنَةٌ
- ◆ مَعْجُونٌ تَشْكِيلِيٌّ
- ◆ طَاسٌ پِلَاسْتِيكِيٌّ كَبِيرٌ
- ◆ مَاءٌ
- ◆ سِكِّينٌ قَاطِعَةٌ (أُطْلَبُ مُسَاعَدَةٌ رَاشِدٌ)



مَازَا يَحْدُثُ
لِلدَّبَّوسِ عِنْدَمَا
تُدِيرُ الطَّاسَ؟

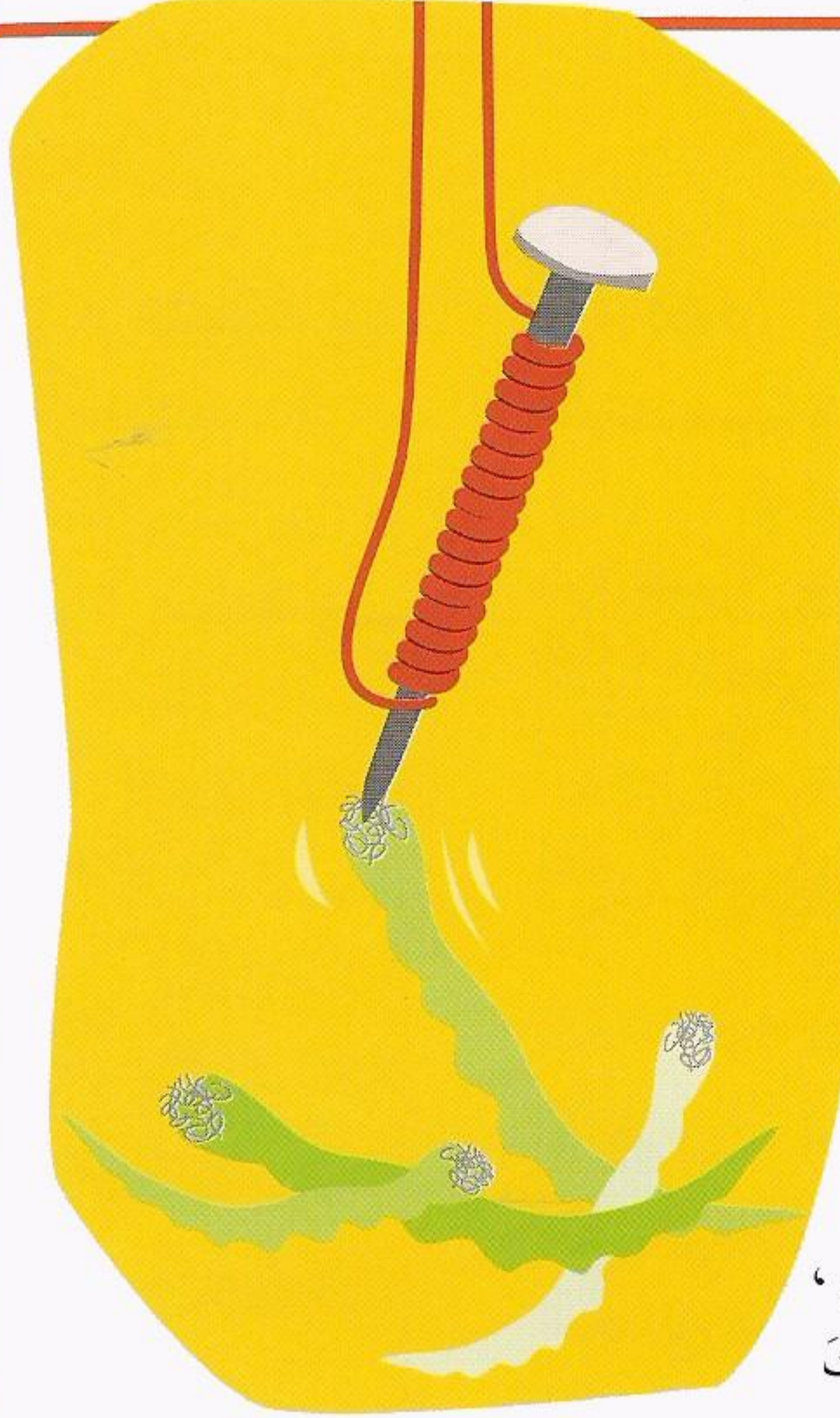
3 إِمْلَأِ الطَّاسَ بِالْمَاءِ . ثُمَّ ضَعْ قُرْصَ
الْفِلِينِ بِأَنَاةٍ فِي الْمَاءِ لِيَطْفُو .



- ♦ المغنطيس الكهربائي الذي صَنَعْتَهُ فِي التَّجْرِبَةِ السَّابِقَةِ
- ♦ وَرَقٌ شَاشٍ
- ♦ خُيُوطٌ سِلْكِيَّةٌ
- ♦ شَرِيْطٌ لاصِقٌ

ماذا حَدَثَ ؟

إذ إنَّ لكلَّ الأسمالكِ خُيُوطًا سِلْكِيَّةً على رؤوسِها، ستكونُ قادرًا على التَّقَاطِطِها بِمِغْنَطِيسِكِ الكِهْرَبَائِيِّ. يَتِمَّغْنَطُ المِسمارُ فقط عندما تُشغَلُ مِشْبِكُ الوَرَقِ أي مِفْتَاحِ الوِضْلِ. وعندما تَقطَعُ المِفْتَاحَ، أي تَقطَعُ الدَّارَةَ، يَتَوَقَّفُ التِّيَّارُ الكِهْرَبَائِيُّ عن السَّرِيانِ فِي الدَّارَةَ، وتَنقَطِعُ المِغْنَطِيسِيَّةُ.



أنقليس كهربائي

إتبع خطوات التجربة في الصفحة السابقة لتصنع مغنطيسًا كهربائيًا. ثم استخدمه لتتحدى صديقًا في لعبة أسماك الأنقليس الكهربائي. فصل بعض الأسماك من ورق شاش، أو ورق نسيجي، ثم ألصق إلى رؤوسها قطعة صغيرة من خيوط سلكية. تبادل مع صديقك الأدوار في اصطيد الأسماك، في وقت محدد، باستعمال المغنطيس الكهربائي دون أي شيء سواه. عليك أن تستعمل مهارتك في تشغيل المغنطيس الكهربائي وقطع الدارة عنه في اللحظة المناسبة. إذا التقطت سمكة أنقليس، تحتفظ بها. إذا التقطت اثنتين أو أكثر عليك أن تُعيد ما التقطت إلى مكانه!



في مكب الخردة

كثيرًا ما تُستخدم في مكبات الخردة روافع ضخمة تحمل مغناط كهربائية. هذه الروافع هي من القوة بحيث تقدر على التقاط كتل ضخمة من المعادن - بل تحمل سيارات كاملة.

نظرة إلى الماضي



فكرة تحرك

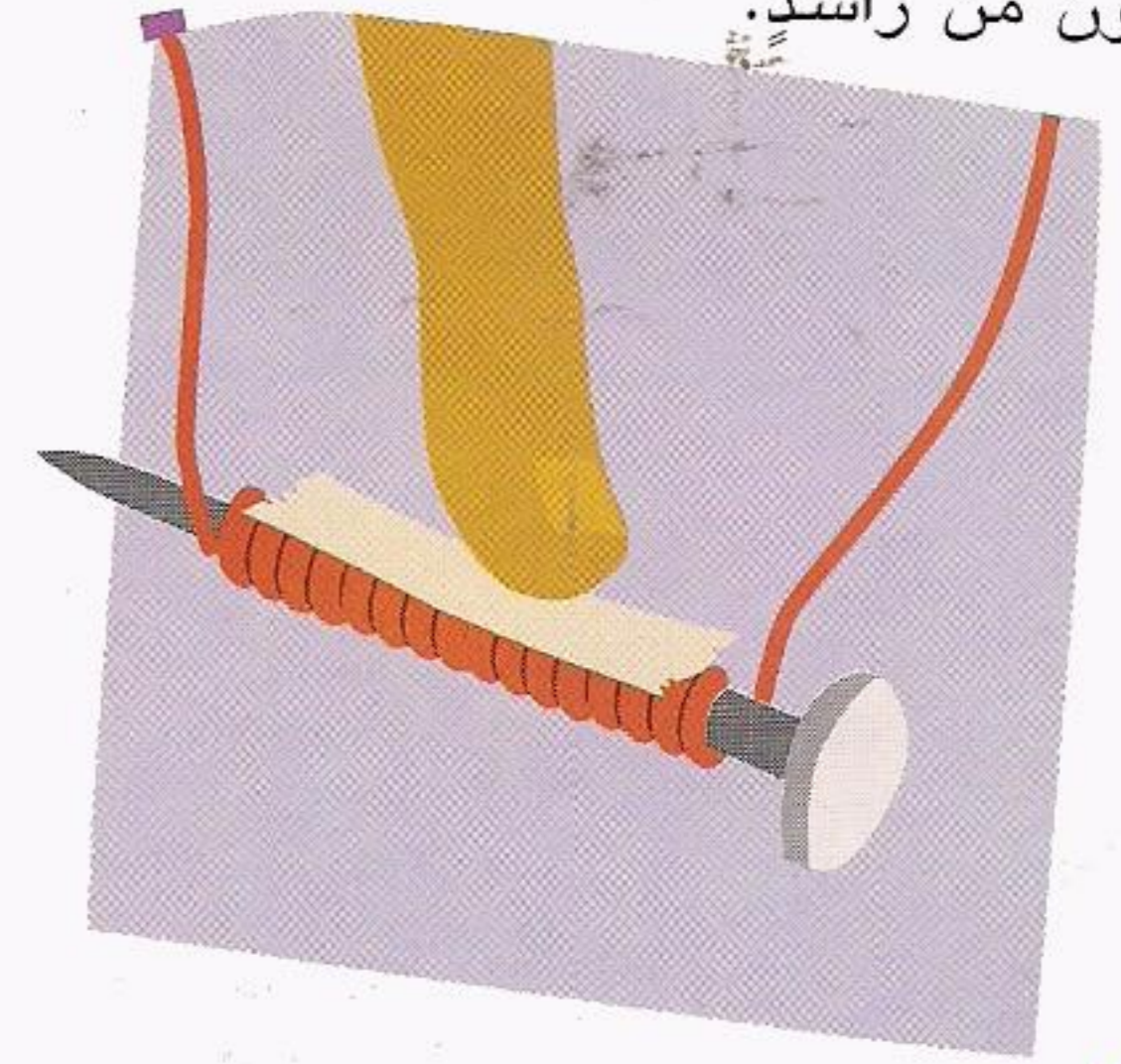
عندما عرَضَ العالمُ مايكل فراداي في العام 1821 الموتور الأول، واجه صعوبات في إقناع الناس بفائدة الكهرومغنطيسية. اليوم، تمكنا الصلة بين الكهرباء والمغنطيسية من بناء كل أنواع المكينات التي تستخدم الكهرباء في التحكم بحركة الأشياء. الموتور الكهربائي ومكبر الصوت هما مثالان فقط على هذه الصلة.

المغناطيسية والكهرباء

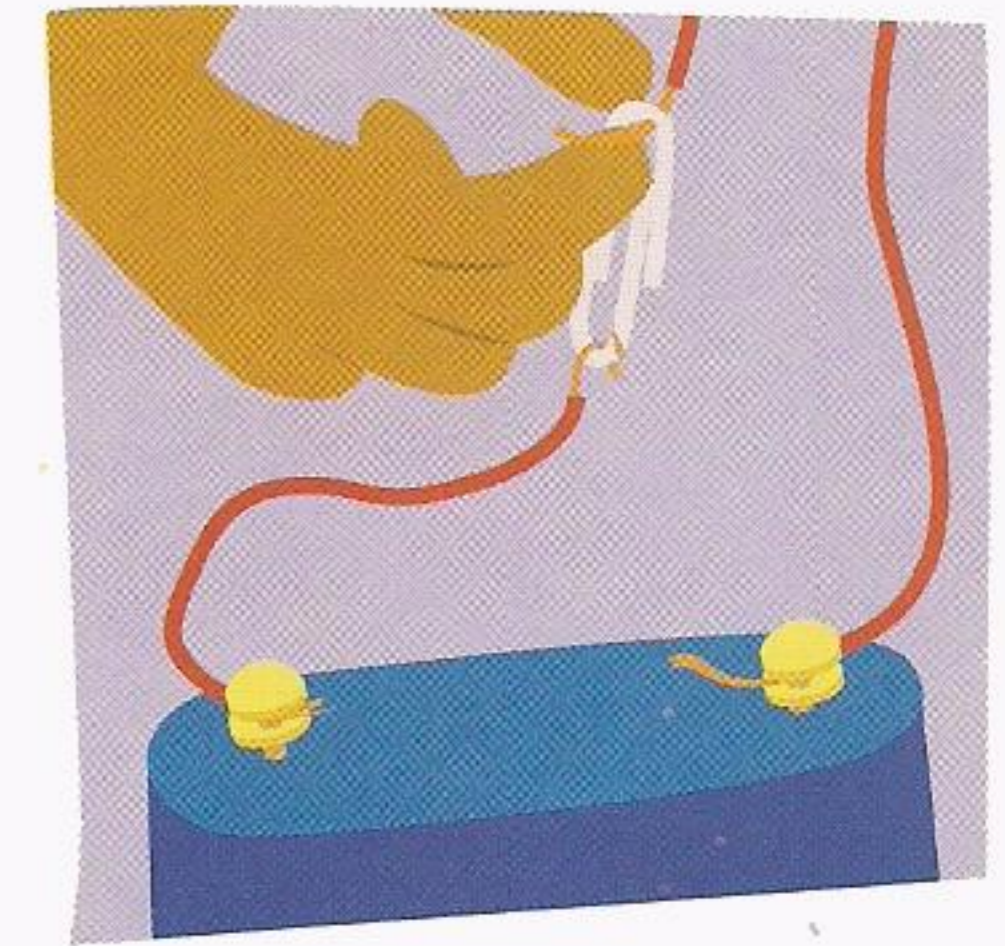
بين الكهرباء والمغناطيسية صلة وثيقة. عندما تسري الكهرباء في سلك، فإنها تُحوّل السلك إلى مغناطيس. السلك الملفوف يُركّز هذه المغناطيسية إلى حدّ تكون معه قدرة على التقاط الأشياء. عندما تُحرّك مغناطيساً قرب سلك، يحدث تيار. منازلنا مليئة بالمكينات التي تستغلّ هذه العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية. نسمي الصلة بين الكهرباء والمغناطيسية الكهرمغناطيسية أو المغناطيسية الكهربائية.

مغناطيس كهربائي

مرّر كهرباء في لفّة أسلاك أو ما نسميه لفيفة لإحداث مغناطيس قوي. الأسلاك في هذه التجربة قد تسخن - إسأل العون من راشد.



1 لفّ السلك مشدوداً حول مسمار الحديد عشر لفات على الأقل، وثبته في موضعه بشريط لاصق.



2 صل أحد طرفي السلك الملفوف بطرف توصيل في بطارية 9 ف. صل الطرف الآخر للسلك بطرف التوصيل الآخر، وأضف مشبك ورق ليكون مفتاح قطع ووصل (أنظر ص 11).

15

اللوازم

- ♦ مسمار حديدي
- ♦ سلك مُغلف طويل جداً
- ♦ مشبك ورق
- ♦ بطارية 9 ف
- ♦ شريط لاصق
- ♦ دبابيس فولاذية

كيف يمكن تحويل مسمار حديدي إلى مغناطيس؟

3 ارفع المسمار فوق كومة من الدبابيس. ماذا يحدث؟ انزع المفتاح لتقطع الدارة. ماذا يحدث الآن؟

ماذا حدث؟

حين يكون المفتاح في محله، يلتقط المسمار الحديدي الدبابيس. ذلك أن الكهرباء تسري خلال الدارة، مُحولة السلك إلى مغناطيس ضعيف. وحيث إن جزءاً من السلك ملفوف، فإن المغناطيسية تتركّز وتشتد. وتكون من القوة بحيث تُحوّل المسمار نفسه إلى مغناطيس. إن هذا النوع من المغناطيس الذي يعمل فقط عندما تسري فيه الكهرباء يُسمى مغناطيساً كهربائياً أو كهرمغناطيساً.

قُطبانِ مِغْنَطِيسِيَّانِ مِنْطَقَتَا المِغْنَطِيسِ اللَّتَانِ تَكُونُ فِيهِمَا قُوَّتُهُ عَلَى أَشَدِّهَا، وَتَكُونَانِ عَادَةً عِنْدَ طَرَفَيْهِ . إِذَا تَرَكْتَ مِغْنَطِيسًا يَدُورُ دَوْرَانًا حُرًّا، سَيَنْتَهِي الْحَالُ بِأَنْ يُشِيرَ أَحَدُ طَرَفَيْهِ دَائِمًا إِلَى جِهَةِ الْجَنُوبِ تَقْرِيبًا . هَذَا الْقُطْبُ يُسَمَّى الْقُطْبَ الْجَنُوبِيَّ لِلْمِغْنَطِيسِ . الطَّرْفُ الْآخَرُ، وَنُسَمَّى الْقُطْبَ الشَّمَالِيَّ، سَيُشِيرُ دَائِمًا إِلَى جِهَةِ الشَّمَالِ تَقْرِيبًا . يَنْتَهِي الْقُطْبَانِ إِلَى هَذَيْنِ الْإِتْجَاهَيْنِ لِأَنَّهُمَا يَنْجَذِبَانِ بِقُطْبِي الْأَرْضِ الشَّمَالِيَّ وَالْجَنُوبِيَّ . وَالْأَرْضُ هِيَ نَفْسُهَا مِغْنَطِيسٌ ضَخْمٌ .

كهرباء شكل من أشكال الطاقة نستخدمه، مثلاً، في التلّاجات وأضواء المنازل والتلفزيونات وكلّ الأشياء التي تعمل على الكهرباء . الكهرباء تولّدُها جسيمات تُسمّى إلكترونات، وهي أصغر من أن تُرى . الإلكترونات تولّد كهرباء تيار عندما تسري في أشياء مثل الأسلاك واللّمبات . وعندما لا تتحرّك الإلكترونات تولّد كهرباء إستاتيّة أو ساكنة .

كهرباء إستاتيّة كهرباء ساكنة، وهي نوع من الكهرباء يُمكن توليدهُ بذلك أشياء بعينها بعضها ببعض، مثلاً قماشة من التّايلون ومسطرة بلاستيكيّة . عندما تفعل ذلك، فأنت تنزع إلكترونات من شيء وتضعها على شيء آخر . وهذا يُعطي كلاً الشّئين شحنة كهربائيّة .

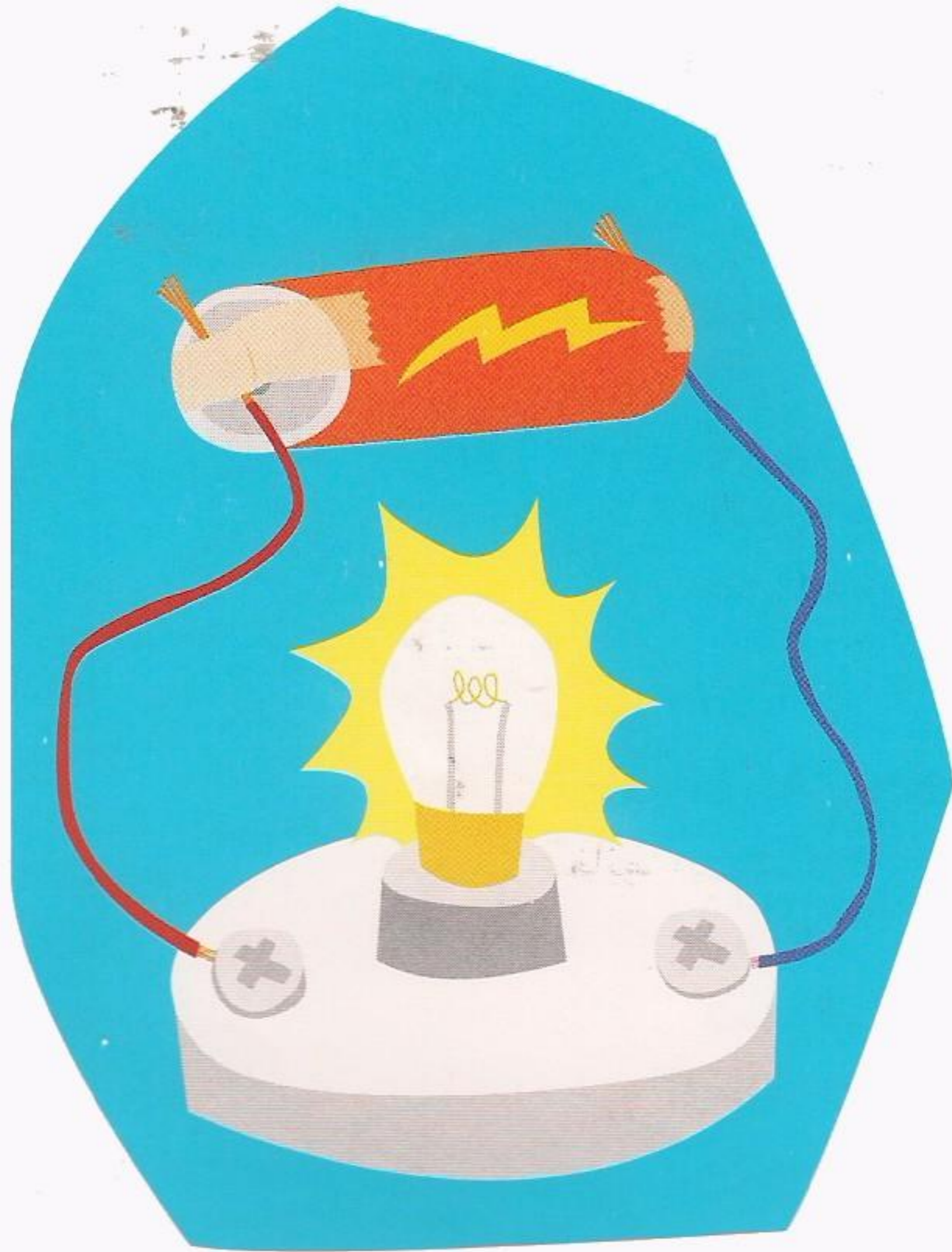
مِغْنَطِيسٌ جِسْمٌ يَجْذِبُ إِلَيْهِ الْحَدِيدَ وَالنِّيكَلَ . المِغْنِيطُ تَجْذِبُ أَيْضًا مِغْنِيطَ أُخْرَى أَوْ تَتَنَافَرُ مَعَهَا . بَعْضُ أَنْوَاعِ الصُّخُورِ، مِثْلُ حَجَرِ المِغْنَطِيسِ، هِيَ مِغْنِيطٌ طَبِيعِيَّةٌ . وَيُمْكِنُ صُنْعُ أَنْوَاعٍ أُخْرَى مِنَ المِغْنِيطِ فِي المِخْتَبَرِ، مِثْلًا بِتَدْلِيكِ الْحَدِيدِ أَوْ النِّيكَلَ بِمِغْنِيطِ أُخْرَى .

مِغْنَطِيسٌ كَهْرَبَائِيٌّ مِغْنَطِيسٌ لَا يَعمَلُ إِلَّا عِنْدَمَا تَسْرِي فِيهِ الكَهْرَبَاءُ . تُصنَعُ مَعْظَمُ المِغْنِيطِ الكَهْرَبَائِيَّةِ مِنْ سِلْكٍ مُلْتَفٍّ حَوْلَ مَعْدِنٍ لِتَعزِيزِ القُوَّةِ المِغْنَطِيسِيَّةِ .

مَوادُّ مِغْنَطِيسِيَّةٌ مَوادُّ تَنْجَذِبُ بِالمِغْنَطِيسِ . الْحَدِيدُ وَالنِّيكَلَ مَوادَّتَانِ مِغْنَطِيسِيَّتَانِ . وَكَذَلِكَ هِيَ أَنْوَاعٌ عَدِيدَةٌ مِنَ المَوادِّ الَّتِي تَحْتَوِي أَيًّا مِنْ هَاتَيْنِ المَوادَّتَيْنِ . الفُولَادُ، مِثْلًا، يَحْتَوِي عَلَى نِسْبَةٍ عَالِيَةٍ مِنَ الْحَدِيدِ لِذَا فَإِنَّهُ مَوادَّةٌ مِغْنَطِيسِيَّةٌ .

مُوصِلُ المَوادِّ الَّتِي تَسْرِي فِيهَا الكَهْرَبَاءُ يُسَمَّى مُوصِلَةً . المَعْدِنُ وَالْمَاءُ كِلَاهُمَا مُوصِلٌ جَيِّدٌ . وَيُشكَلُ هَذَانِ المَوادِّ الخَامَ للعديد من الأجزاء الكهربائيّة، مثل الأسلاك ومفاتيح القّطع والوصل واللّمبات . قد تَقَعُ أَيْضًا عَلَى كَلِمَةِ مُوصِلٍ عِنْدَ الْحَدِيثِ عَنِ مَوْضُوعَاتٍ غَيْرِ الكَهْرَبَاءِ، مِثْلًا المُهَنْدِسُونَ كَثِيرًا مَا يُشِيرُونَ إِلَى مَعْدِنٍ عَلَى أَنَّهُ جَيِّدُ التَّوَصِيلِ لِلْحَرَارَةِ .

نِطَاقَاتٌ مَلَائِيْنُ المِغْنِيطِ الصَّغِيرَةِ، أَصْغَرُ مِنْ أَنْ نَرَاهَا، وَالَّتِي تَتَشكَلُ مِنْهَا كُلُّ أَنْوَاعِ المَوادِّ . نِطَاقَاتُ المِغْنَطِيسِ تَصْطَفُّ كُلُّهَا فِي الْإِتْجَاهِ نَفْسِهِ . وَتَضْعُفُ مِغْنَطِيسِيَّتُهَا إِذَا اضْطَرَبَتْ إِتْجَاهَاتُهَا، عَلَى سَبِيلِ المِثَالِ عِنْدَ طَرَفِهَا بِمِطْرَقَةٍ .



تعريفات

دائرة التوالي هي الدارة التي تكون مقوماتها، أو أجزاؤها، كلها موصول الواحد تلو الآخر.

دائرة قصيرة مسار سهل للغاية تأخذها الكهرباء متجنباً مسار الدارة العادي. إذا وصلنا سلكاً إلى طرفي التوصيل في البطارية فإنه يُشكّل دائرة قصيرة. الكهرباء تأخذ دائماً دائرة قصيرة حين يُمكنها ذلك.

شحنة يكون لشيء شحنة إذا كان له أكثر مما يلزم من الإلكترونات أو أقل مما يلزم. قد يحدث ذلك عندما تدلّك شيئاً بشيء آخر لتوليد كهرباء إستاتيّة. يكون لشيئين الشحنة نفسهما إذا فقدوا كلاهما إلكترونات أو إذا كسبا كلاهما إلكترونات. ويكون لهما شحنتان مختلفتان إذا كسب أحدهما إلكترونات بينما فقد الآخر إلكترونات.

عازل مادة تجعل سريان الكهرباء أمراً عسيراً جداً. الخشب والورق والزجاج والپلاستيك كلها مواد جيدة العزل. تُغلف المكنات الكهربائية وأجزاؤها عادة بعازل لجعلها آمنة - مثلاً، تُغلف الأسلاك عادة بالپلاستيك، ويكون التلفزيون داخل قفص پلاستيكي. يستخدم الناس كلمة عازل أيضاً عندما لا يتحدثون عن الكهرباء. مثلاً، عندما يبحثون عن مادة تكون عازلاً جيداً للحرارة.

فتيلة السلك الرفيع الملتف داخل لمبة. يصعب على الكهرباء السريان في هذا السلك لذا تتحول إلى شكل آخر من أشكال الطاقة هو الحرارة. وهذا يجعل الفتيلة تتوهج بضوء أبيض مولدة الضوء.

فُط (ف) وحدة القوة الدافعة الكهربائية. والفُطية هي قياس قوة الدفع الكهربائي للإلكترونات في مسار الدارة. فُطية معظم البطاريات مسجلة على غلافها. إن لبطارية 4,5 فُط مثلاً قوة دفع كهربائي توازي ثلاثة أضعاف قوة بطارية 1,5 فُط.

إلكترون جسيم دقيق أصغر من أن يرى. في كل ذرة إلكترون واحد أو أكثر. عندما تسري الإلكترونات في الأشياء، في سلك مثلاً، فإنها تولد كهرباء تيار. وعندما تترك شيئاً، بالدلك مثلاً، وتقع على آخر فإنها تولد كهرباء إستاتيّة أو ساكنة.

بوصله بسيطة يُمكن استخدامها لمعرفة اتجاه الشمال التقريبي. أهم أجزاء البوصله هو المؤشر (أو الإبرة)، والذي هو مغنطيس. والمؤشر، كالمغانط كلها، يُشير، عندما يكون عنده حريّة الحركة، إلى اتجاه شمالي جنوبي تقريبي.

تنافر المغانط أن يتنافر شيان يعني أن يتباعدوا. يحدث هذا عندما يكون لهما الشحنة الكهربائيّة نفسها (عندما يكون لكليهما إلكترونات أكثر مما يجب أو أقل مما يجب). ويتنافر مغنطيسان إذا كان القطب الشمالي لأحدهما قريباً من القطب الشمالي للآخر. ويتنافران أيضاً إذا كان القطب الجنوبي لأحدهما قريباً من القطب الجنوبي للآخر.

تيار مقياس لكمية الكهرباء السارية. يُقاس التيار بالأمبير (أ). يكون للدارة تيار أقوى إذا كان سهل على البطارية دفع الكهرباء في الدارة. تيار أقوى يعني أن مزيداً من الإلكترونات يسري في الدارة.

جذب يجذب المغنطيس أجساماً تحتوي على كثير من الحديد أو النيكل. ويتجاذب مغنطيسان إذا كان القطب الشمالي لأحدهما قريباً من القطب الجنوبي للآخر.

حقل مغنطيسي المجال المحيط بمغنطيس حيث يُمكن رؤية أثره في جذب الأشياء أو صدّها. للمغانط الأقوى حقل مغنطيسي أكبر.

دائرة التوازي هي الدارة التي تكون فيها البطاريات أو بعض المقومات، أو الأجزاء، موصولة بعضها عبر بعض.

مَسْرَد (كَشَاف)

أ

إلكترونيات 7، 8، 9

ب

بُرادة الحديد 29

بَرْق 7

بصل 31

بطّاريات

استخدام 10 - 11

صُنْع منزليّ 16 - 17

فواكه وخضراوات 16 - 17

كيف تعمل 13

بندول 28

بورون 25

بوصلّة 31، 34

ت

تسجيل الأصوات قديماً 33

تنافر 8 - 9، 26 - 27

تومسُن 5

ث

ثوم 31

ج

جذب 8 - 9، 26 - 27

جراحة مغنطيسيّة للعين 31

ح

حمّض 17

د

دائرة 10 - 11

دائرة على التوازي

تحديد 23

صنْع 10 - 15

دائرة قصيرة 13

س

سترة نجاة 17

سِدْلة جناح الطائرة 25

سفينة هندنبرغ الهوائية 9

سفينة هوائية 9

سلامة 5

سلك 4، 10 - 11

سُمك 12 - 13

سلوك 4، 10 - 11

سليكون 21

سيرك البراغيث 29

ش

شحنة 6 - 7، 8 - 9

شرائح صُغريّة 20

ض

ضوء كهربائيّ قديم 11

ع

عازل 14 - 15

عاصفة كهربائيّة 7

عُلب

ألمنيوم 25

فولاذ 25

غ

غَلقاني، لويجي 16

غيتار كهربائيّ 19

ف

فارز العُلب 25

فتيلة 13

فُلط 18

فُلطاً، ألسندرو 16

فلطيّة 18 - 19

فنّ مغنطيسيّ 28 - 29، 31

ق

قطار مغلّيف 27

القطبان الشماليّ والجنوبيّ 26، 34، 35

قطبان مغنطيسيّان 26 - 27

ك

كهرباء إستاتيّة 6 - 7، 8 - 9

كهرباء التيّار 10 - 11

كهرباء الحيوان 16

كهрман 6

كومبيوتر 20، 33

ل

لمبات ملوّنة صغيرة 23

لمبة

استخدام 10 - 13

كيف تعمل 13

لوحة الدارة المطبوعة 21

م

ماء 15

مغانط 24 - 25

مفتاح جهارة الصوت 19

مفتاح دائرة 10 - 11، 23

مكبرّ صوت 19

موادّ مغنطيسيّة 24 - 25

صنْع 30 - 33

موصلّات 14 - 15

ن

ناطحة سحب 23

نطاقات مغنطيسيّة 32 - 33

و

ورق ألمنيوم 20

وُصلّات 4



www.arabcomics.net



العلوم

الكهرباء والمغناطيسية

أكثر من 40 تجربة مذهلة

حرك حبات من ورق بكمبيوتر إلكتروني!

تحسس بلسانك لذعة بطارية تصنعها بنفسك من نقود معدنية
وليمون! قم بإنجاز مشروع فني مستخدماً قوة المغناطيس!

استكشف العلوم في تجارب مثيرة عظيمة الفائدة.

مبادئ العلوم وحقائقها تتكشف بكل حيوياتها

وبأوضح صورة من خلال مواد مألوفة في الحياة اليومية.

لم يكن العلم في يوم من الأيام على هذا القدر من التشويق.

• تجارب تنتقل بك خطوة خطوة - سواء القديمة منها أو الجديدة.

• إرشادات واضحة ورؤوس بديعة.

• تعريفات ومسرد

• مثالي لطلاب المدارس الابتدائية والمتوسطة، ولكل عالم صغير

يتفتح على العلم ويحلم أن يصير عالماً كبيراً.

في هذه السلسلة

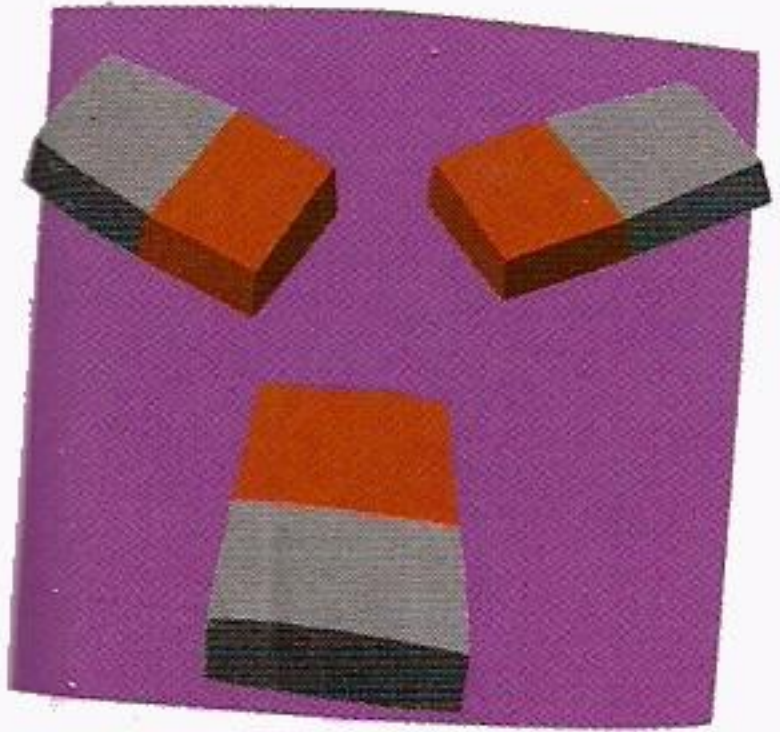
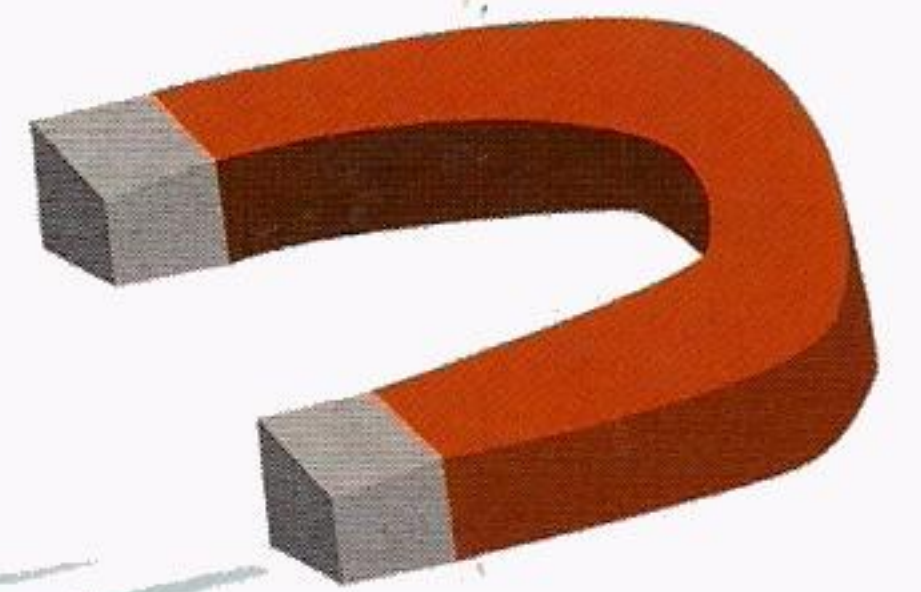
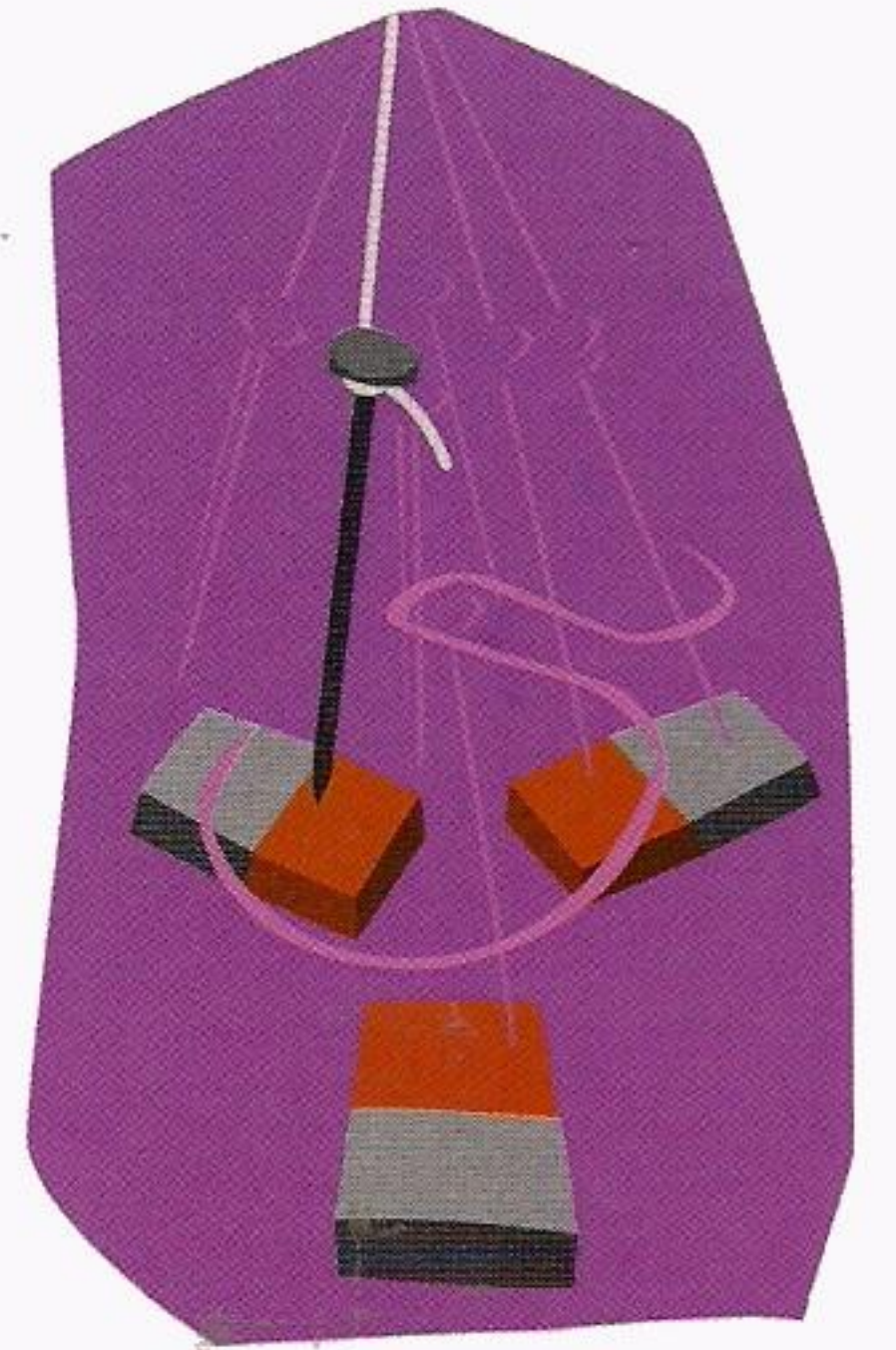
القوى والحركة

الكهرباء والمغناطيسية

المادة والمواد

الصوت والضوء

مكتبة لبنات ناشرون



ISBN 9953-1-0514-6



ELECTRICITY AND MAGNETS
(ARABIC BUTTERFLY BOOKS)

www.ldlp.com

المزيد انضم لصفحتنا (المدارس بوك)
او موقعنا www.modrsbook.com

العُنْطَةُ لَوْم

المَكَادَّةُ وَالمَكَّوَادُ



إِعْدَاد

دَائِرَةُ النُّشْرِ فِي مَكْتَبَةِ لُبْنَانَ نَاشِرُونَ

مَكْتَبَةُ لُبْنَانَ نَاشِرُونَ

المحتويات

ترشيح المزيج

◆ 32 ◆



مَحَالِيل تَتَبَخَّر

◆ 34 ◆

مَحَالِيل مُشَبَّعَة

◆ 36 ◆

تَعْرِيفَات

◆ 38 ◆

مَسْرَد (كشاف)

◆ 40 ◆

حالة مُتَغَيِّرَة

◆ 22 ◆

تَغْيِيرَات دَائِمَة

◆ 24 ◆

الإحتراق

◆ 26 ◆



غَرَبَلَة الجوامد

◆ 28 ◆

مَحَالِيل وَمُعَلَّقَات

◆ 30 ◆



خَلْط المَوَادِّ

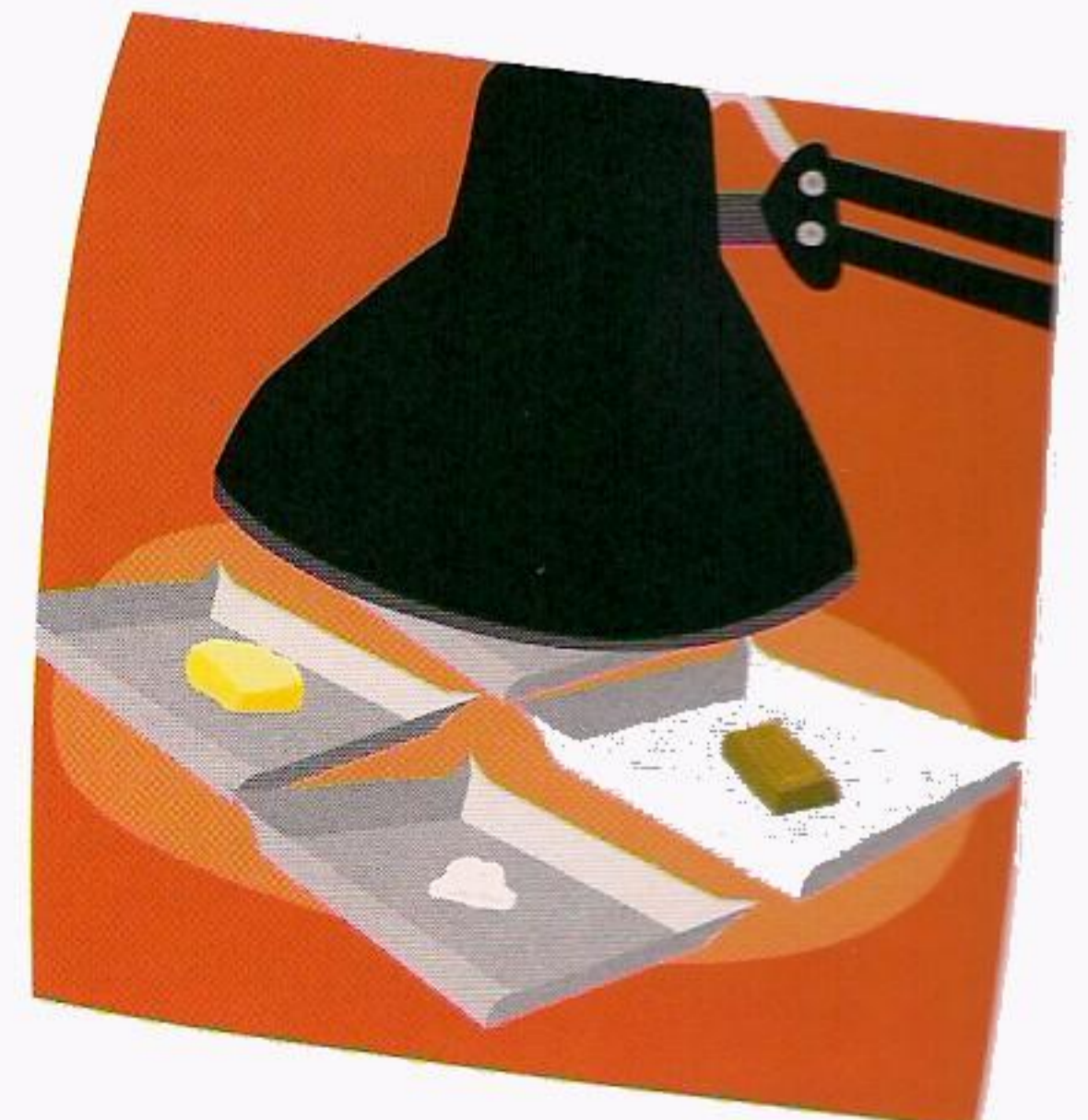
◆ 16 ◆

التَّمَدُّد والتَّقْلُص

◆ 18 ◆

تَسْخِين المَوَادِّ

◆ 20 ◆



من هنا نبدأ

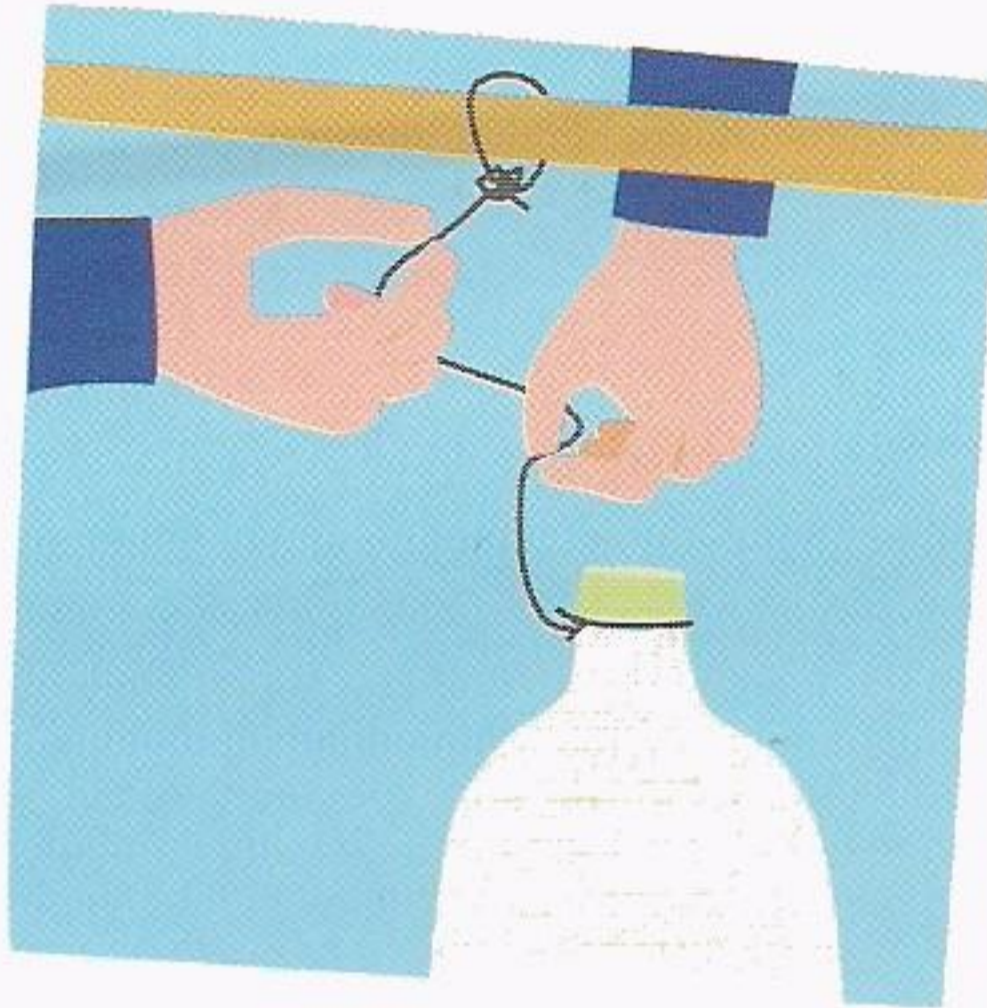
◆ 4 ◆

الفَرْضُ أو الخَدَشُ، والكَبْسُ

◆ 6 ◆

المَطُّ والإنقِصافُ

◆ 8 ◆



التُّرْبَةُ

◆ 10 ◆

حرارة مُتنقِلة

◆ 12 ◆

الجَوامِدُ والسَّوائِلُ والغازات

◆ 14 ◆

كِينغ فيشر

مكتبة لبنان ناشرون

نشر مكتبة لبنان ناشرون

بالتعاون مع شركة كينغ فيشر للنشر

حقوق الطبع © كينغ فيشر - الطبعة الإنكليزية
حقوق الطبع © مكتبة لبنان ناشرون - الطبعة العربية

جميع الحقوق محفوظة: لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب أو تصويره أو تخزينه أو تسجيله بأي وسيلة دون موافقة خطية من الناشر.

مكتبة لبنان ناشرون

صندوق البريد: 11-9232

بيروت - لبنان

وكلاء وموزعون في جميع أنحاء العالم

الطبعة الأولى: 2002

طبع في لبنان

ISBN 9953-1-0515-4



تواجه صعوبات؟

لا تيأس إذا واجهتك في بداية بعض الأنشطة صعوبات. الصعوبات تواجه حتى كبار العلماء!



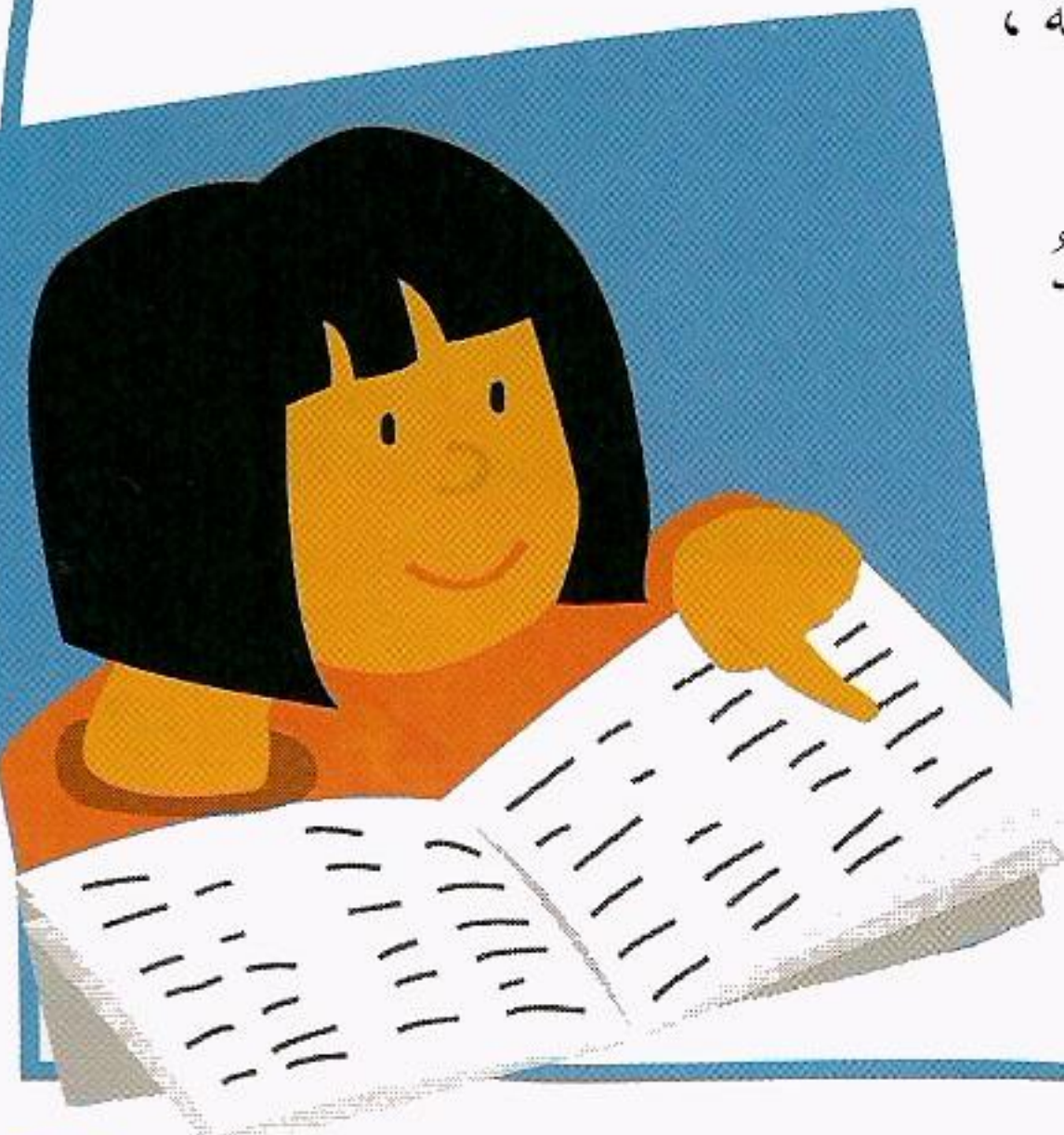
إذا بدا لك أن التجربة لا تسير على النحو الصحيح، اقرأ خطوات النشاط ثانية ثم قم بمحاولة أخرى.



إذا رأيت أنك عاجز عن إكمال النشاط، تذكر أن الأهل أو المعلمين يمكن أن يعاونوك في عملك.

كلمات عويصة؟

إذا واجهتك كلمة عويصة، أي صعبة، لا تعرف معناها، أو إذا كنت تريد أن تزداد معرفة، انظر إلى باب التعريفات في الصفحتين 38 و 39.



رمز الساعة



يشير رمز الساعة في بداية كل تجربة إلى الوقت التقريبي الذي يستغرقه النشاط. تستغرق التجارب كلها ما بين 5 دقائق و 40 دقيقة. إذا كنت تستخدم غراء، تستغرق التجربة وقتاً أطول ليتاح للغراء أن يجف.

تنبيه

تتضمن بعض التجارب على حرارة عالية أو لهب أو على استخدام مطرقة. في مثل هذه الحالات، وفي كل نشاط آخر تجد فيه رمز التنبيه هذا، اطلب العون من راشد.



لا تلمس وجهك أو تفرك عينيك، خصوصاً إذا كنت تستعمل مواد مثل الملح وصودا الغسيل والتربة.

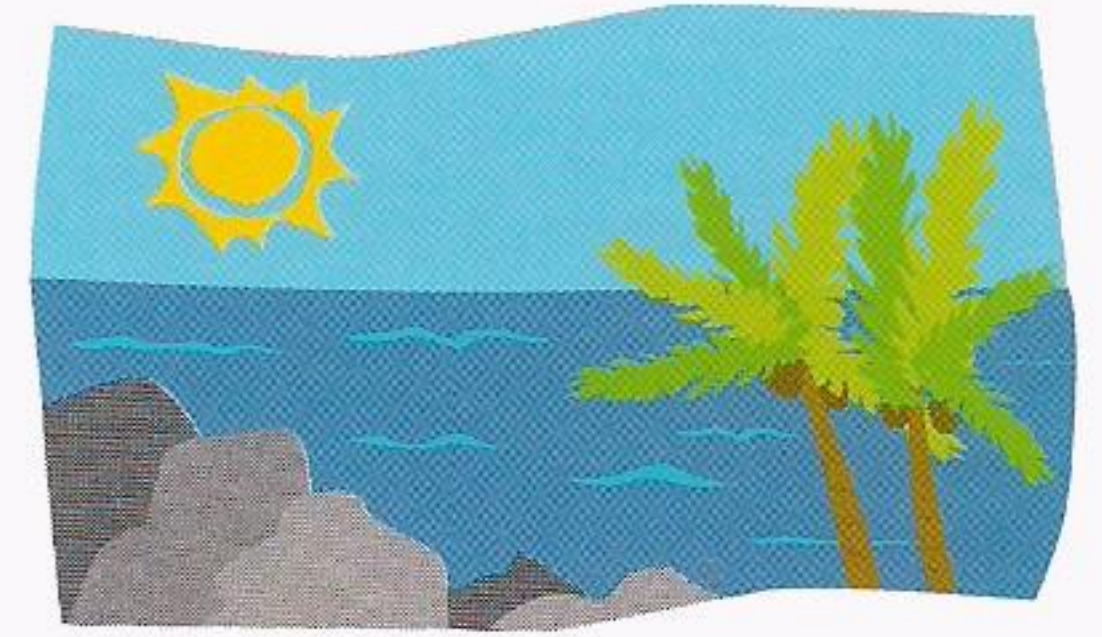
اغسل يديك دائماً وافرك أظفرك على أحسن وجه بعد أن تنتهي من عملك.



من هنا نبدأ

العالم الذي نعيش فيه يتشكل من المادة. ما الذي يعنيه ذلك بالضبط؟ تشتمل المادة على كل ما له كتلة ويشغل حيزاً. أجسامنا، والهواء الذي نتنفسه، والماء الذي نشربه، كلها أمثلة على المادة. من المادة أنواع عديدة نستخدمها في حياتنا وفي صناعاتنا.

بعض المواد، مثل الصخور والتربة، والهواء والخشب، مواد طبيعية.



وبعضها الآخر، مثل الفلزات أو المعادن الفلزية والزجاج والپلاستيك والورق، مواد مصنوعة، أي صنعها الإنسان.

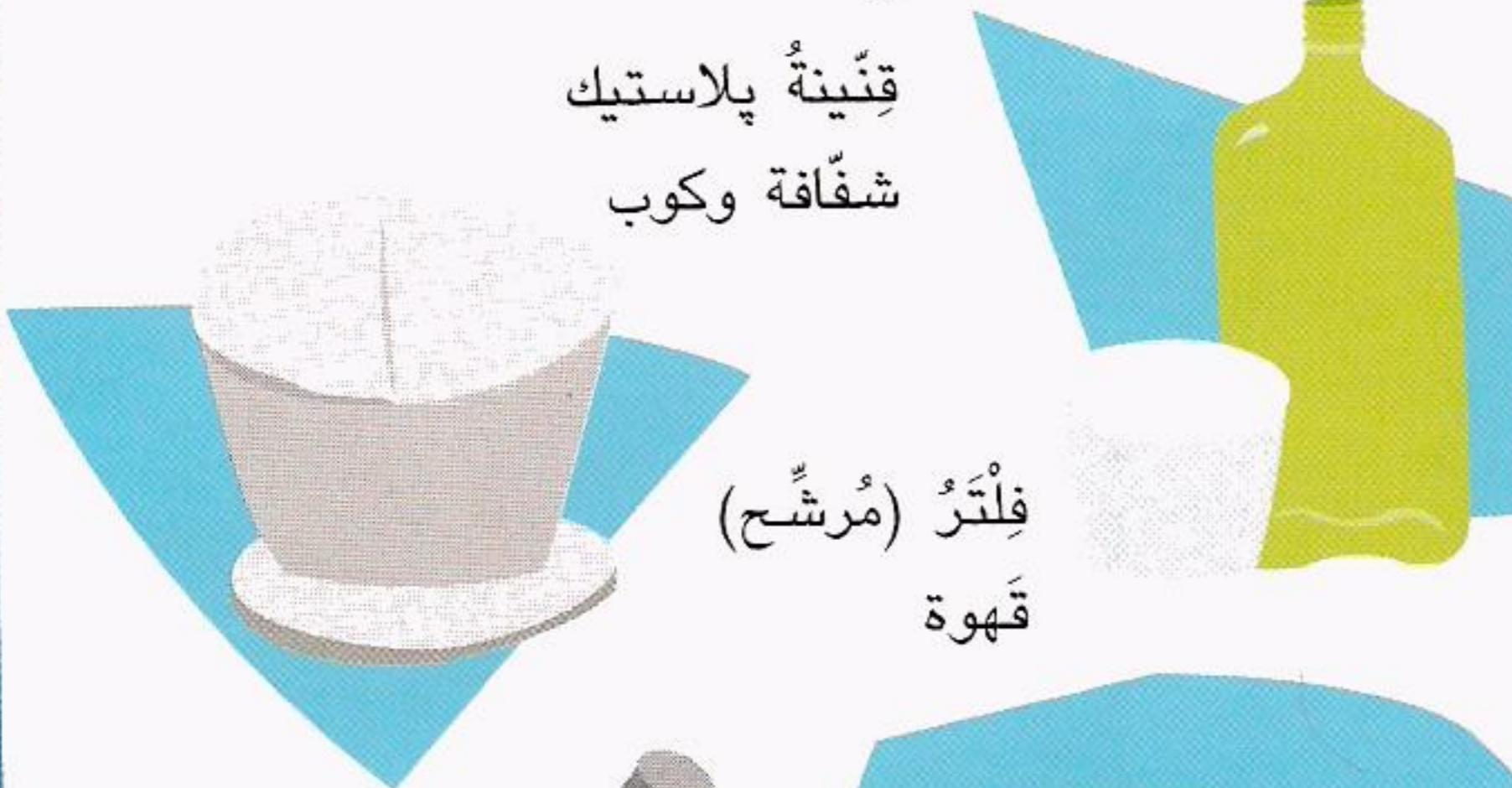


يريك هذا الكتاب خصائص أنواع مختلفة من المواد. ويساعدك على فهم كيف تختبر هذه المواد المختلفة قبل اختيارها لتستخدم في الصناعة أو البناء.

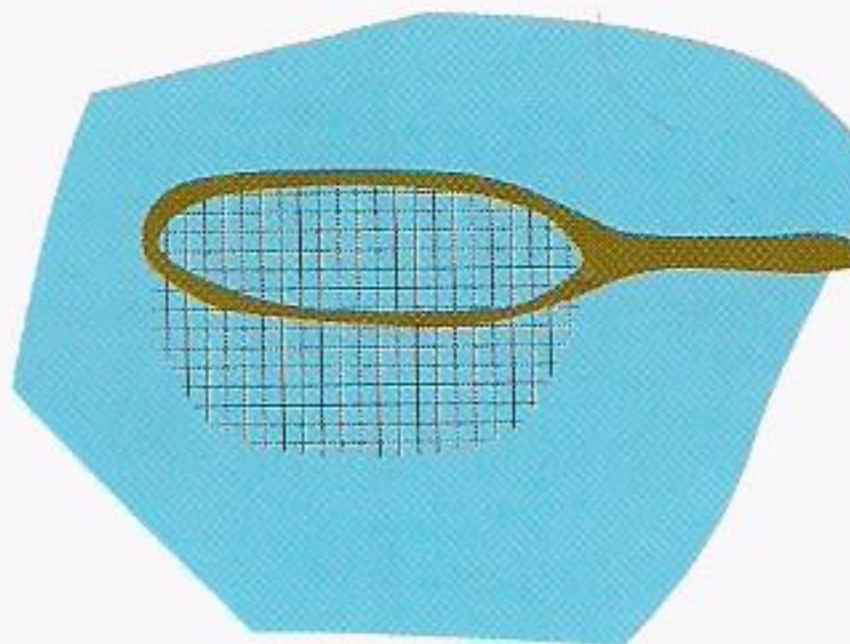
لوازم التجارب

سيلزمك بضعة أشياء مما تألفه في حياتك اليومية مثل خيوط دوبارة، وأربطة مطاطية، وقناني پلاستيك، وبعض لوازم أخرى تجدها في المطبخ.

قنينة پلاستيك شفافة وكوب



فلتر (مرشح) قهوة



منخل طحين

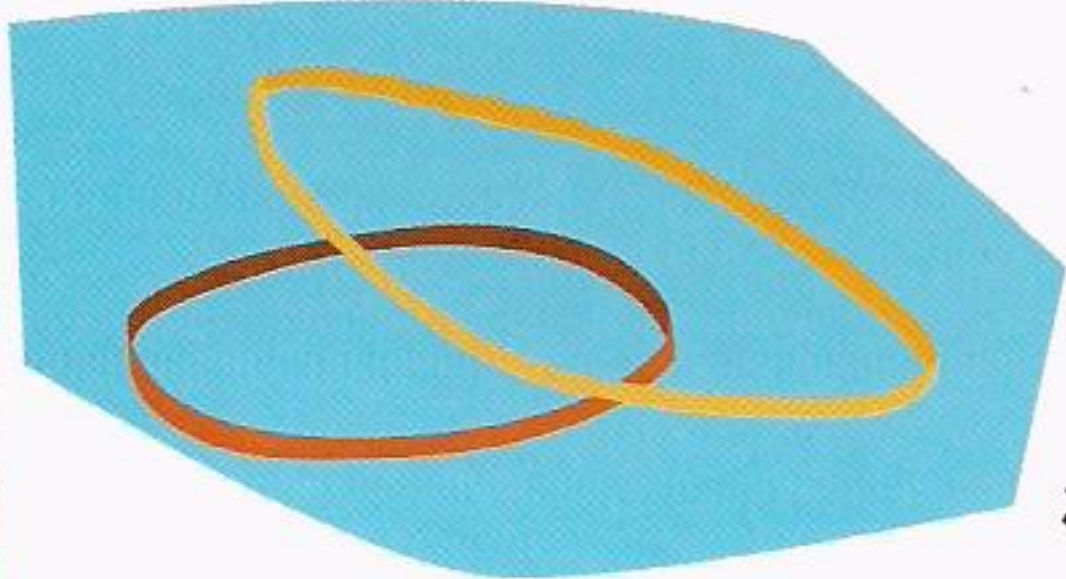


هراسة بطاطس



خيوط

دوبارة



أربطة مطاطية

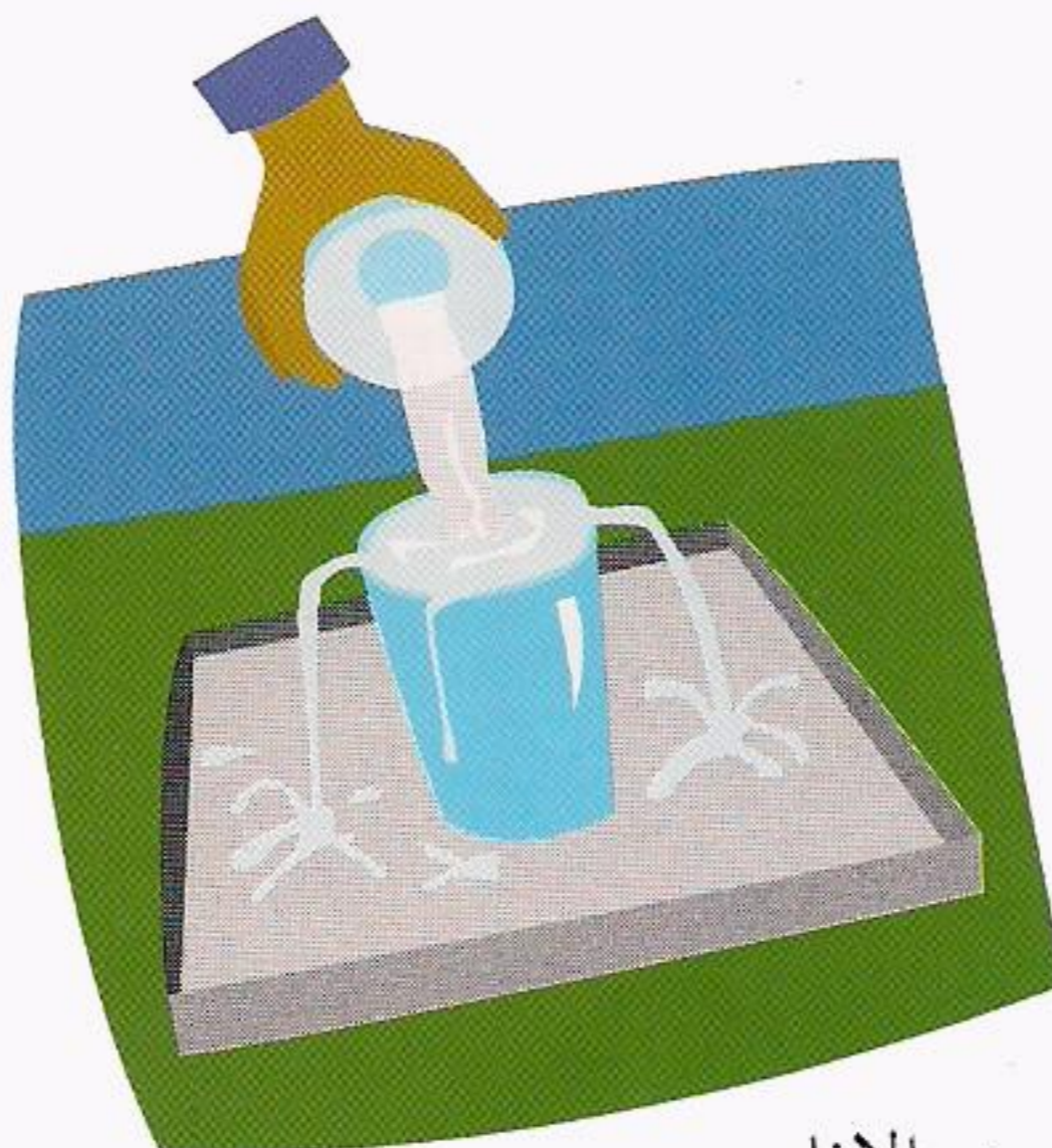
خطوات تنظيمية

فم بتجربتك على سطح طاولة ثابتة. لا تنس أولاً أن تغطي الطاولة بجرائد لحماية سطحها.



إذا احتجت أن تصب ماء، ضع تحت الإناء صينية لتلقي ما قد يسيل أو يفيض من ماء.

استخدم المطرقة فوق لوح قزم قديم تضعه على سطح ثابت مثل طاولة أو الأرض.



- ♦ هَرَّاسَةٌ بِطاطس
- ♦ قِطْعٌ صَغِيرَةٌ مِنْ مِمْحَاةٍ، وَمُعْجَنَات
- ♦ بِاسْتَا مُجْفَّفَةٌ، وَمَعْجُونٌ تَشْكَيل

ماذا حَدَثَ ؟

كَبَسُ المَادَّةِ يُمَكِّنُنَا مِنْ اخْتِيَارِ قُدْرَتِهَا عَلَى تَحْمَلِ قُوَّةٍ نُسَمِّيْهَا الْإِنْضِغَاطَ أَوْ الضَّغْطَ. المَوَادُّ المَرِنَةُ، مِثْلُ قِطْعِ المِمْحَاةِ، تَرْتَدُّ إِلَى مَا كَانَتْ عَلَيْهِ بَعْدَ زَوَالِ القُوَّةِ المَوْثُورَةِ. المَوَادُّ القَصِيفَةُ تَتَحَطَّمُ بِفِعْلِ القُوَّةِ المَوْثُورَةِ. مَعْجُونُ التَّشْكَيلِ لَيْسَ لَهُ مُرُونَةٌ قِطْعِ المِمْحَاةِ، فَتَضْغُطُهُ القُوَّةُ المَوْثُورَةُ عِبْرَ ثُقُوبِ هَرَّاسَةِ البِطَاطِسِ.

بِمَ تَشْعُرُ إِذْ تَكْبِسُ كَلًّا مِنَ المَوَادِّ؟



كَبَسُ المَوَادِّ

ضَعْ عَيْنَاتِكَ عَلَى لَوْحِ القَرْمِ وَاكْبِسْهَا بِهَرَّاسَةِ البِطَاطِسِ، وَاحِدَةً بَعْدَ الأُخْرَى. أَنْظُرْ مَا يَحْدُثُ لِكُلِّ مَادَّةٍ إِذْ تَزِيدُ تَدْرِيجِيًّا مِنْ قُوَّةِ الكَبَسِ.

نَظْرَةٌ إِلَى المَاضِي

المَعْدِنِ الأَوَّلِ

مِنذُ نَحْوِ سِتَّةِ آفِ وَخَمْسِمِئَةِ سَنَةٍ، كَانَ المِصْرِيُّونَ أَوَّلَ مَنْ اكْتَشَفَ مَعْدِنًا - وَكَانَ مَعْدِنَ التُّحَاسِ. وَالتُّحَاسُ، كَمُعْظَمِ المَعَادِنِ الأُخْرَى، يَوْجَدُ فِي الطَّبِيعَةِ عَلَى شَكْلِ خَامَاتٍ أَيْ عَلَى شَكْلِ صَخُورٍ يُسْتَخْرَجُ مِنْهَا المَعْدِنُ. وَكَانَ المِصْرِيُّونَ يُحَرِّرُونَ التُّحَاسَ مِنْ خَامَاتِهِ بِأَنْ يُطْلِقُوا نَيْارًا مِنَ الهَوَاءِ فِي فُرْنٍ مِنَ الفَحْمِ النَّبَاتِيِّ المُشْتَعِلِ، ثُمَّ يَجْمَعُونَ التُّحَاسَ الدَّائِبَ وَيَسْتخدِمُونَهُ فِي الصَّنَاعَةِ.



المَوَادُّ فِي حَيَاتِنَا اليَوْمِيَّةِ

مَا نِسْبَةُ المَوَادِّ الطَّبِيعِيَّةِ فِي عَالَمِنَا اليَوْمِ؟ المَوَادُّ الطَّبِيعِيَّةُ الَّتِي تَرَاهَا مِنْ حَوْلِكَ فِي الغَالِبِ هِيَ الخَشْبُ وَالحِجَارَةُ وَالقُطْنُ وَالصُّوفُ. أَمَّا مُعْظَمُ المَوَادِّ مُصَنَّعَةٌ. البلاستيكُ نُصِّعُهُ مِنَ النَّقَطِ الخَامِ. المَعَادِنُ، مِثْلُ الحَدِيدِ وَالفُولاذِ وَالتُّحَاسِ وَالألومنيومِ، مُسْتَخْرَجَةٌ مِنْ خَامَاتٍ صَخْرِيَّةِ.

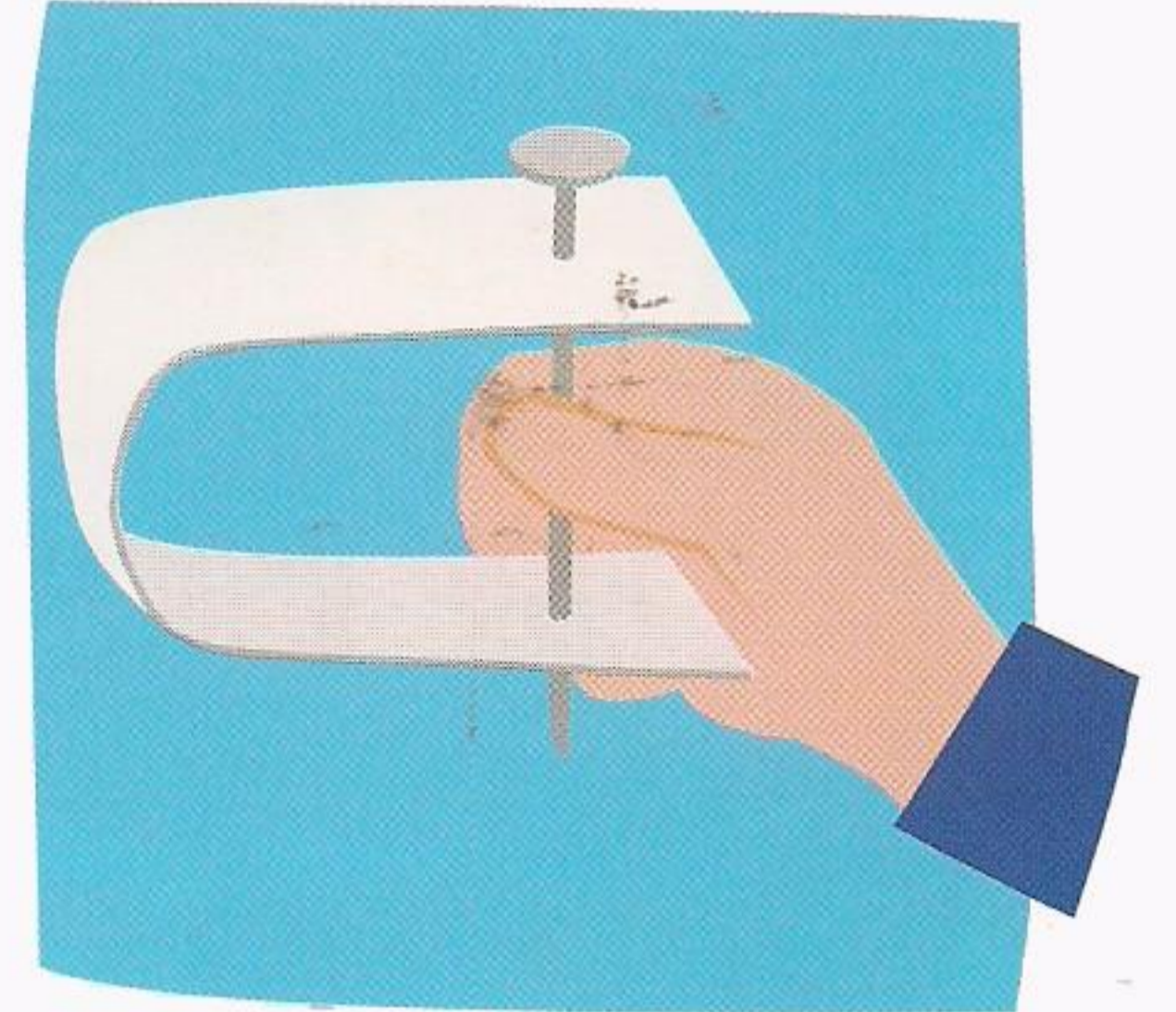
الفَرْضُ أَوْ الخَدَشُ، وَالكَبْسُ

للموادِّ المُختلفةِ خواصُّ مُختلفةٌ - على سبيلِ المِثالِ ، مَلايسُك ناعمةٌ وقابلةٌ للتَّمُدِّدِ ، لكنَّ موادَّ البِناءِ ، مثلَ الخَشَبِ أَوْ القَرَمِيدِ ، صُلْبَةٌ وَمَتِينَةٌ . يَخْتَبِرُ العُلَماءُ الموادَّ لِمَعْرِفَةِ خواصِّها ومُقارنتِها . ويُمكِّنُهُم ذلك من اختيارِ أفضلِ الموادِّ في الصِّناعاتِ المُختلفةِ .

صُلبٌ أَوْ طَرِيٌّ؟



مُحاوَلَةُ فَرْضِ ، أَوْ خَدَشِ ، الموادِّ تُساعِدُ على مَعْرِفَةِ مدى صلابتِها . إسألْ راشداً أن يَسْمَحَ لك بِاستِخدامِ مطرَقةٍ ، وأن يُساعِدَكَ في هذا النِّشاطِ .

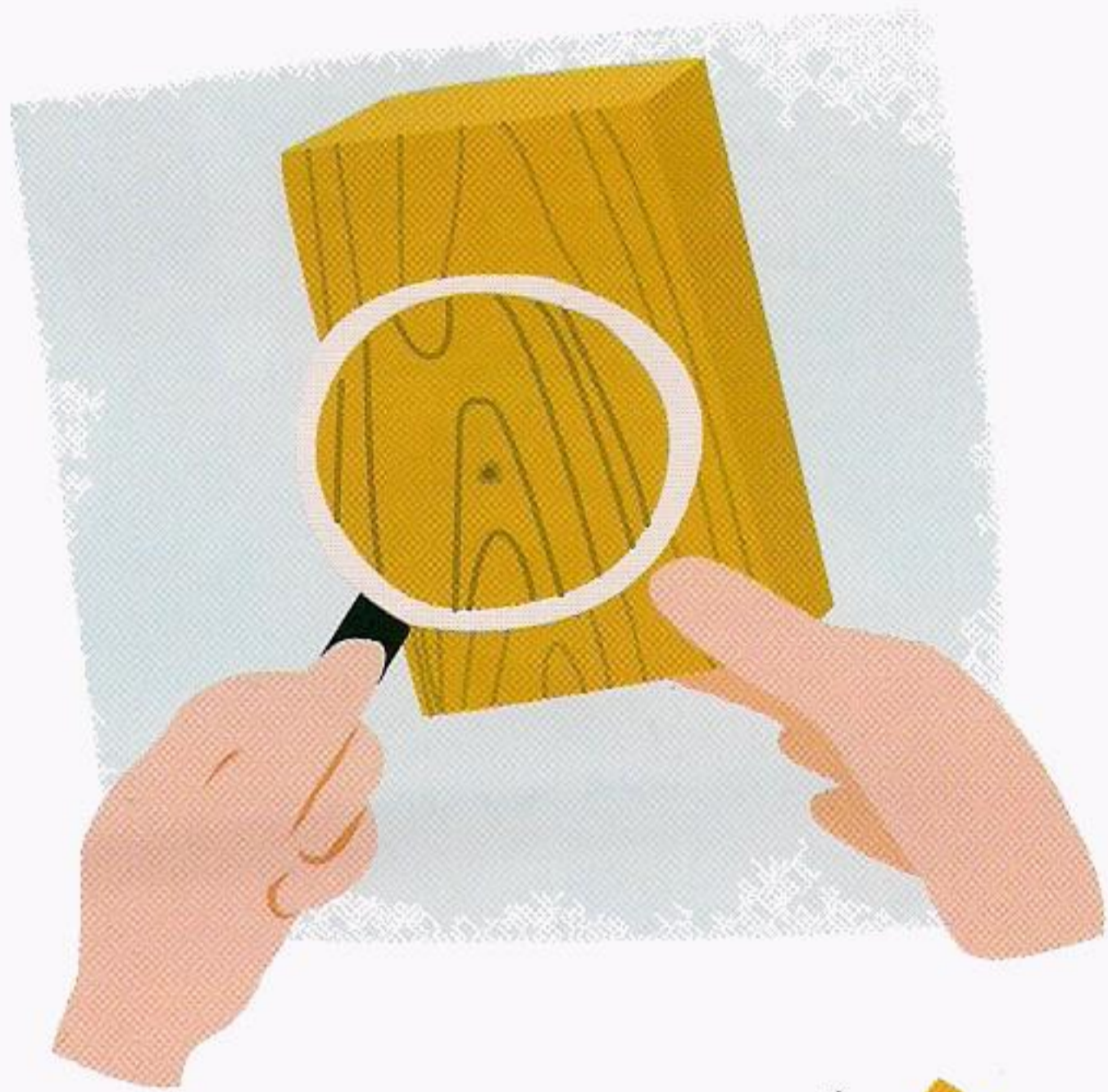


1 إِعْمَلْ ثَقْبًا على بُعْدِ 2 سم من كلِّ من طَرَفِي شريطِ الوَرَقِ المُقَوَّى . ألوِ الشَّرِيظَ على شكلِ حرفِ «ن» وادْفَعْ المِسمارَ عبرِ الثَّقْبَيْنِ ، وتأكَّدْ من أنَّه ثابتٌ في مَوْضِعِهِ .

اللَّوازمُ

20

- ♦ مِسمارٌ طوله 10 سم
- ♦ مطرَقة
- ♦ جَوَرَبٌ قديمٌ
- ♦ شريطٌ مِنَ الوَرَقِ المُقَوَّى قياسَ 5 سم × 25 سم
- ♦ عَدَسَةٌ مُكَبِّرَةٌ
- ♦ لَوْحٌ قَرَمٌ قديمٌ
- ♦ عَيِّناتٌ من موادِّ صُلْبَةٍ مثلِ الخَشَبِ ، وأصيصٍ مِنَ الصِّلصالِ ، ومَلاعِقٍ ، وبلاستيكيَّةٍ ومَعْدِنِيَّةٍ ، وَحَجَرٍ ، وممحاةٍ



3 أَخْرِجِ العَيِّنَةَ مِنَ الجَوَرَبِ . إستخدِمْ عَدَسَةً مُكَبِّرَةً لِتَرى ما إذا كان المِسمارُ قد فَرَضَ ، أَوْ خَدَشَ ، المادَّةَ . الآنَ جَرِّبِ الخُطوتَينِ 2 و3 مع عَيِّناتٍ من موادِّ أُخرى وانظُرْ ما يَحْدُثُ .



2 ضَعْ إحدى العَيِّناتِ داخلَ الجَوَرَبِ على لَوْحِ القَرَمِ . رَكِّزْ رأسَ المِسمارِ على أعلى العَيِّنَةِ . إضْرِبْ طَبْعَةَ المِسمارِ بعَزمٍ . يَنبغِي ألا يَزِيدَ علوُّ ضَرْبَةِ المِطرَقةِ على 15 سم .

ماذا حَدَثَ؟

الموادُّ المُختلفةُ تَتأثَّرُ عندَ ضَرْبِها بِشِدَّةٍ بِطُرُقٍ مُختلفةٍ . بعضُها ، مثلُ الموادِّ الصَّخريَّةِ والفَخَّاريَّةِ ، هي مِنَ الصَّلابةِ بحيثِ لا تَنخَدِشُ . لكنَّها قَصِيفَةٌ وقد تَتَحطَّمُ إلى شَطَايا . وبعضُها الأخرى ، مثلُ المَعادِنِ ، صُلْبَةٌ وغيرُ قَصِيفَةٍ ، فَيَتَرَكُ فيها المِسمارُ خَدَشًا بسيطًا . ومنَ الموادِّ ما هو طَرِيٌّ مثلُ الخَشَبِ ، وهذه يَنعَرِزُ فيها المِسمارُ وَيَتَّقَبُّها . أمَّا الموادُّ البلاستيكيَّةُ فقد تَكونُ طَرِيَّةً أَوْ صُلْبَةً أَوْ مَتِينَةً أَوْ قَصِيفَةً .

- ♦ رقائق من موادّ مُختلفة، مثل ورقّ تغليف، وورق لفّ فِلْمِيّ، وورق جرائد، وورق صحّيّ
- ♦ ملقّط، مشبكّ غسيل
- ♦ مقصّ

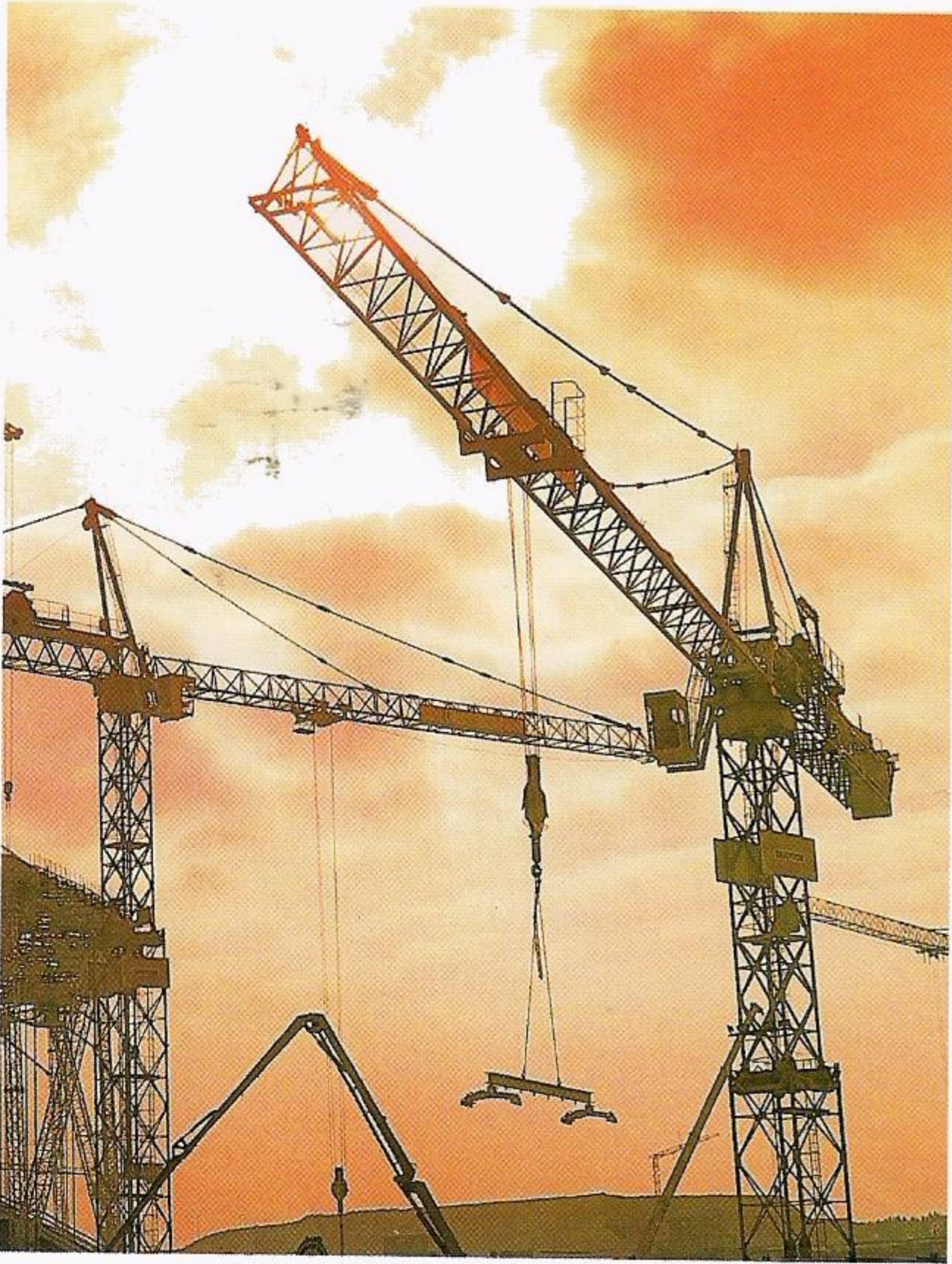
أيّ الموادّ أسهل انقطاعاً؟

إختبار الرقائق
من كلّ مادّة فصل رقائق قياسها 1 سم × 15 سم .
لُفّ رُقاقةً حول ملقّط غسيل كما ترى لُفّاً مشدوداً. ابدأ
بالضّغط على الملقّط وتابع الضّغط إلى أن تنقطع
الرُقاقة. افعَل الأمر نفسه مع كلّ من الرقائق.



ماذا حدّث؟

بعض الموادّ أكثر مرونة ومطاطيّة من سواها، وهذا يعني أنها تتمتّع أكثر قبل انقطاعها أو انقصاصها. الموادّ الورقيّة مصنوعة من جسيمات نسيّتها أليافاً، وهذه سريعة التمزّق. أمّا الموادّ البلاستيكيّة مثل الورق الفلْمِيّ فهي مصنوعة من جسيمات ندعوها جزيئات، وهذه تتصّف بالتماسك، وتتمتّع قبل أن تنقطع.



الرّوافع وكبّلاتها

تُصنّع كبّلات الرّوافع من الفولاذ. وهي قادرة على تحمّل أحمالٍ ثقيلة دون أن تنقطع. إنّ قوّة شدّ الفولاذ أعظم من قوّة شدّ النّحاس بأربع مرّات، وأعظم من قوّة شدّ التّايلون بعشر مرّات.

نظرة إلى الماضي

أكياسّ بوليثين

تُصنّع أكياسّ البوليثين من غاز الإيثين . وقد اخترعت هذه المادّة في إنجلترا في العام 1933 واستُخدمت في عزّل كبّلات رادارات الطائرات. في العام 1950 حلّ البوليثين محلّ الورق في تغليف الطّعام وفي صنّع أكياسّ الحَمَل. اليوم، نستخدم أكياسّ البوليثين في حمل البضائع التي نَسوّقها، لكنّ إذا أفرطنا في تحميلها فإنّها في نهاية الأمر تتمزّق.



المَطِّ والإِنْقِصَاف

المدى الذي يُمكنُ للمادّة أن تُشدَّ إليه ، أو أن تَمْتَطَّ إليه ، يُسمّى مُقاوَمَة الشَّدِّ . يَخْتارُ المُهندِسُون لأنواعٍ مُعيَّنةٍ مِنَ المَصنوعاتِ المِوادَّ ذاتِ المُقاوَمَة الكَبيرةِ للشَّدِّ . فَلَكَبَلِ الرّافِعةِ الفِولادِيّ ، على سبيلِ المِثالِ ، مُقاوَمَة شَدِّ عالِيَة وهو قادِرٌ على أن يَحْمِلَ حِمْلًا ثَقيلًا لِلغاِيَةِ .

خُيوطٌ وأَسلاكٌ

قارِنُ مُقاوَمَة الشَّدِّ لثَلَاثَةِ أنواعٍ مُختلِفَةٍ مِنَ المِوادِّ . تَذَكَّرُ أن تُعيدَ التَّجَرِبَةَ مُستخدِمًا في كُلِّ مرَّةٍ خُيوطًا مُختلِفًا .

اللُّوازمُ

20

- ◆ قِنِينَةٌ پِلاستيكيَّةٌ سَعَتْها لِتران
- ◆ عِصا مِكنَسَةٍ
- ◆ كُرسيًّا مِطبخ
- ◆ إِبْرِيقٌ كَيْلٌ يَحْتوي على لِتر مِنَ المِماءِ
- ◆ قَلَمٌ
- ◆ ثَلَاثَةُ خُيوطٍ مِنَ السِّمّاكَةِ نَفْسِها، مِثْلًا خُيوطِ صِوفِيٍّ، وَخُيوطِ نايِلونٍ لِتَنظِيفِ الأَسنانِ، وَسِلكِ مِصْهَرِ نُحاسِيٍّ

1 ضَعِ المِكنَسَةَ أفْقيًّا فِوقَ كُرسيَّينِ ، كما تَرى في الصُّورَةِ .



2 صَبِّ لِترَ المِماءِ في القِنِينَةِ . قُمْ بِذلِكَ على مَهَلٍ بحيثَ تَتِمَكَّنُ مِنَ تَعْلِيمِ مُستوى المِماءِ في القِنِينَةِ كُلِّ 100 مل . لِ100 مل مِنَ المِماءِ كُتْلَةٌ 100 غ ، لِذا ضَعِ عِلاماتِ 100 غ ، 200 غ ، 300 غ ، وَهَكَذا .

3 أَفْرِغِ القِنِينَةَ مِنَ المِماءِ . إِرْبِطْ أَحَدَ طَرَفِي خُيوطِ حِوَلِ عُنُقِ القِنِينَةِ وَالطَّرَفِ الأَخرِ حِوَلِ قَبْضَةِ المِكنَسَةِ . يَنْبَغِي أن تَكُونَ القِنِينَةُ مَرْفُوعَةً قَليلًا عَنِ الأَرْضِ .



4 أُسَدِّ القِنِينَةَ بِأحَدِي يَدَيْكَ وَصَبِّ فِيها مِماءً بِبُطْءٍ . بَعْدَ كُلِّ 100 مل مِنَ المِماءِ ، أَغْلِقِ القِنِينَةَ بِغِطاءِها ، وَأَبْعُدْ يَدَكَ عَنها . عَندما يَنْقَطِعُ الخُيوطُ ، لَاحِظْ مُستوى المِماءِ في القِنِينَةِ . كَرِّرِ الخُطواتِينِ 3 و 4 مَعَ أنواعٍ أُخرى مِنَ الخُيوطِ . أَيُّها يَدِومُ أَطوَلَ مِنَ غَيرِ أن يَنْقَطِعَ ؟

ماذا حَدَثَ ؟

الجاذبيَّةُ الأَرْضِيَّةُ تَضْغُطُّ على ماءِ القِنِينَةِ نُزولًا . وَهَذا يُوجِدُ في الخُيوطِ قوَّةَ شَدِّ تَسبَّبَ بِمَطِّهِ وَمِنَ ثَمَّ انْقِطاعِهِ . وَتَتَوَقَّفُ السُّرْعَةُ التي يَنْقَطِعُ بِها الخُيوطُ على سِماكِتِهِ وعلى المادَّةِ المَصنُوعِ منها . خُيوطِ الصِّوفِ مَصنُوعٌ مِنَ مادَّةٍ طَبِيعِيَّةٍ وَلا يَمْتازُ بِالمِمتانَةِ . أَمّا خُيوطِ تَنظِيفِ الأَسنانِ ، وَهوَ مَصنُوعٌ مِنَ مادَّةِ پِلاستيكيَّةٍ تُسَمِّها النايِلونَ ، وَسِلكِ المِصْهَرِ النُّحاسِيٍّ فَلِكِلَيْهِما قوَّةُ شَدِّ أعْظَمُ مِمَّا لِلصِّوفِ .

تركيب التربة

إملاً رُبْع القَيْنِيَّة بُتْرِيَّةً ثُمَّ امْأَلْ
ثَلْثِيهَا بِمَاءٍ . سَكَّرِ القَيْنِيَّةَ
بِغِطَائِهَا المُلَوَّلِبِ وَهَزَّهَا
بشِدَّةٍ . اُتْرِكِ القَيْنِيَّةَ تَسْتَقِرُّ
وَراقِبْ كَيْفَ تَتَشكَّلُ فِي
القَيْنِيَّةِ طَبَقَاتٌ عِدَّةٌ .

اللوازم

- ◆ قَيْنِيَّةٌ پلاستيكيَّة ذات
- غِطاءٍ مُلَوَّلِبِ
- ◆ تربة جافَّة
- ◆ ماء



ماذا حَدَثَ؟

حَبَّاتُ الرَّمَلِ الكَبِيرَةِ والحصى تَكُونُ أَوَّلَ ما يَسْتَقِرُّ فِي القاعِ .
الطَّبَقَةُ التَّالِيَةُ إِلَى أَعلى هِيَ مِنَ الرَّمَلِ النَّاعِمِ، يَليها طَبَقَةُ
غَرِينِيَّةٌ مِنَ الرَّمَلِ الطَّيْنِيِّ، ثُمَّ طَبَقَةُ صَلصاليَّةٍ . وَيَطْفُو فَوْقَ
ذَلِكَ جُسَيْمَاتٌ صَلصاليَّةٌ أَصغَرُ مِنْ أَنْ تَسْتَقِرَّ فِي القاعِ . وَقَدْ
تَرى أَيْضًا دُبَالًا طافِيًا عَلَى السَّطْحِ . وَإِذا أَنْتِ اخْتَبَرْتِ عَيِّناتٍ
مُخْتَلِفَةً مِنَ التُّرْبَةِ سَتَرى كَيْفَ أَنَّ التُّرْبَةَ تَخْتَلِفُ مِنْ مَوْضِعٍ
إِلَى آخَرَ .

صلابة الصُّخُور

أَفْرِكْ كُلَّ عَيِّنَةٍ مِنْ عَيِّناتِ
الصُّخُورِ عَلَى وَرَقِ صَنْفَرَةٍ لِتَرى
ما إِذا كَانَتْ تَتَفَتَّتُ بِسَهولَةٍ . بَعْدَ
فَرَكِ الصُّخْرَةِ، انظُرْ إِلَى سَطْحِهَا
لِتَرى مَدى نُعومَتِهِ
أَوْ خُشونَتِهِ .

اللوازم

- ◆ عَيِّناتٌ مِنْ صُخُورٍ
مُخْتَلِفَةٍ، مِثْلُ الطَّباشيرِ والحَجَرِ
الرَّمَلِيِّ وَحَجَرِ الغَرانِيتِ أَوْ الصَّوَّانِ
◆ وَرَقِ صَنْفَرَةٍ خَشِنِ

كيفَ تَشكَّلُ الرَّمَلُ فِي الطَّبِيعَةِ، فِي رَأْيِكَ؟



ماذا حَدَثَ؟

وَرَقُ الصَنْفَرَةِ مُغَلَّفٌ بِطَبَقَةٍ مِنْ جُسَيْماتٍ خَشِنَةٍ حاتَّةٍ . وَهذِهِ
تَحْتُ بِسَهولَةٍ الصُّخْرَ الطَّرِيَّ وَتُفَتِّتُهُ إِلَى حُبَيْباتٍ رَمَلِيَّةٍ .
لِلطَّقْسِ التَّأثيرِ نَفْسَهُ عَلَى الصُّخُورِ، لَكِنَّ تَحَوُّلَ الصُّخُورِ
الكَبِيرَةِ إِلَى حُبَيْباتٍ رَمَلٍ يَسْتَعْرِقُ مِلايِينَ السَّنِينِ .



جُيوبِ رَمَلِيَّةٍ

فِي أَناجٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنَ العالَمِ، تَنمو بَعْضُ النَباتاتِ الجَبَلِيَّةِ فِي
جُيوبِ صَغِيرَةٍ مِنَ التُّرْبَةِ مَحْمِيَّةٍ فِي شُقُوقِ بَيْنِ الصُّخُورِ . تَحْتوي
التُّرْبَةُ مَوادَّ كِماوِيَّةً تَحْتَاجُ إِلَيْها النَباتاتُ كُلِّها فِي نُموها .

التربة

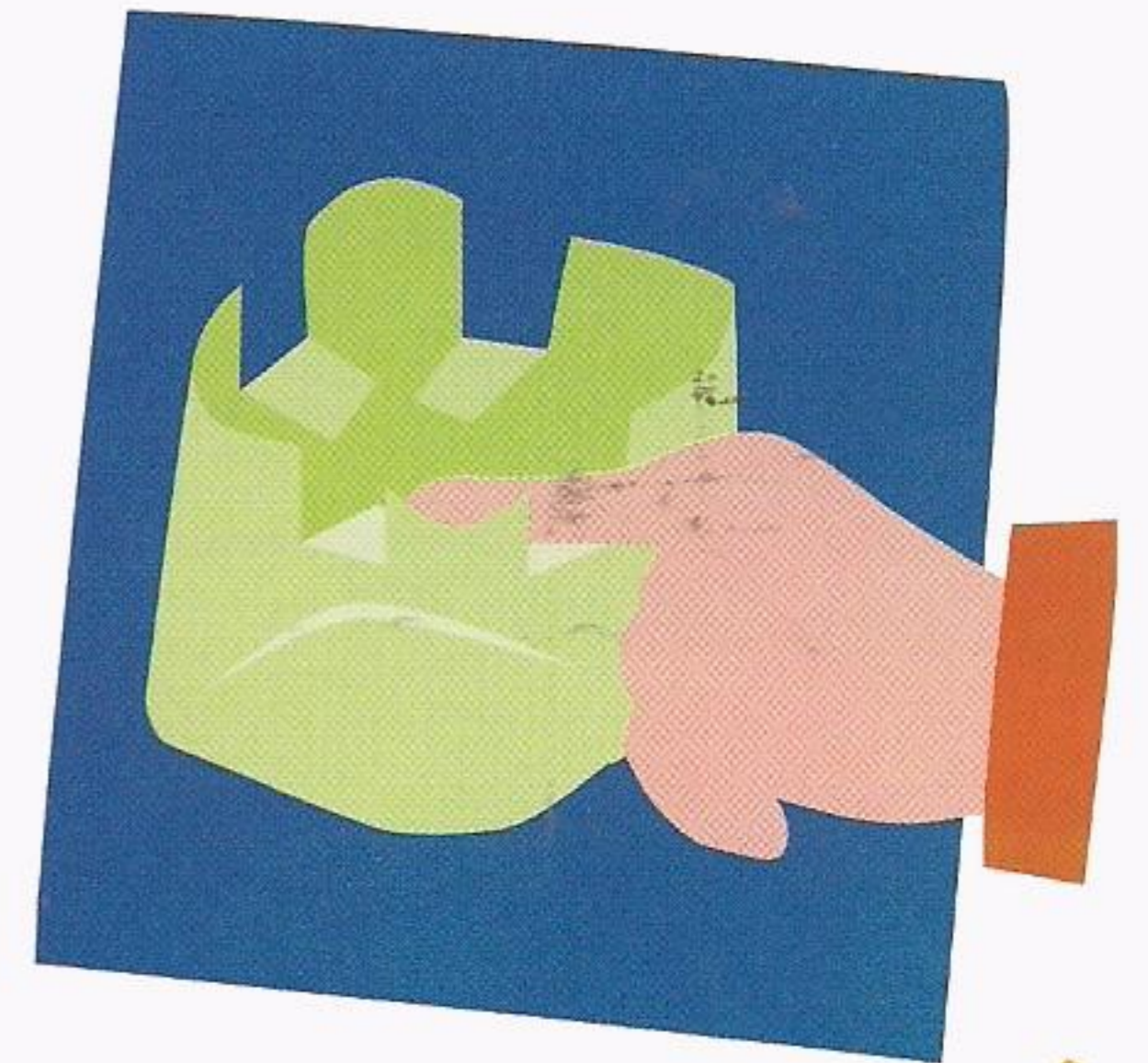
التربة واحدة من أهم المواد في العالم. النباتات تحتاج في نموها إلى التربة وتعتمد الحيوانات على النباتات مصدرًا للغذاء. لولا التربة، لكانت الحياة على الأرض شبه مستحيلة. من التربة أنواع عديدة، لكنها كلها تتشكل من خليط الرمل، والطين الصلصالي، والدبال أي بقايا النباتات الميتة المتعفنة.

إختبار التربة

إكتشف نوع التربة في منطقتك - ما تتشرب من ماء وسرعة تصريفها له.

اللوازم

- ♦ تربة جافة
- ♦ قنينة بلاستيكية سعة 500 مل
- ♦ ملعقة
- ♦ مقص
- ♦ قطن
- ♦ ملعقة طعام
- ♦ إبريق ماء مدرج



1 قُصَّ القنينة نصفين. إعمل شقين نزولاً في كل جانب من جوانب النصف السفلي من القنينة. إطو الأجزاء المشقوقة إلى الداخل ليكون لديك أربع عرى.



2 إقلب النصف العلوي من القنينة رأساً على عقب ليكون لديك قمع. الآن ادفع القمع في النصف السفلي من القنينة بحيث تثبت العرى عنق القنينة. ادفع كرة من القطن في عنق القنينة.

3 أضف ستة ملاعق من التربة ثم صب على مهل 200 مل من الماء. وقت الزمن الذي يستغرق التربة لتتشرب الماء. ثم قس كمية الماء التي تمر عبر التربة وتسقط في قاع القنينة.

ماذا حدث؟

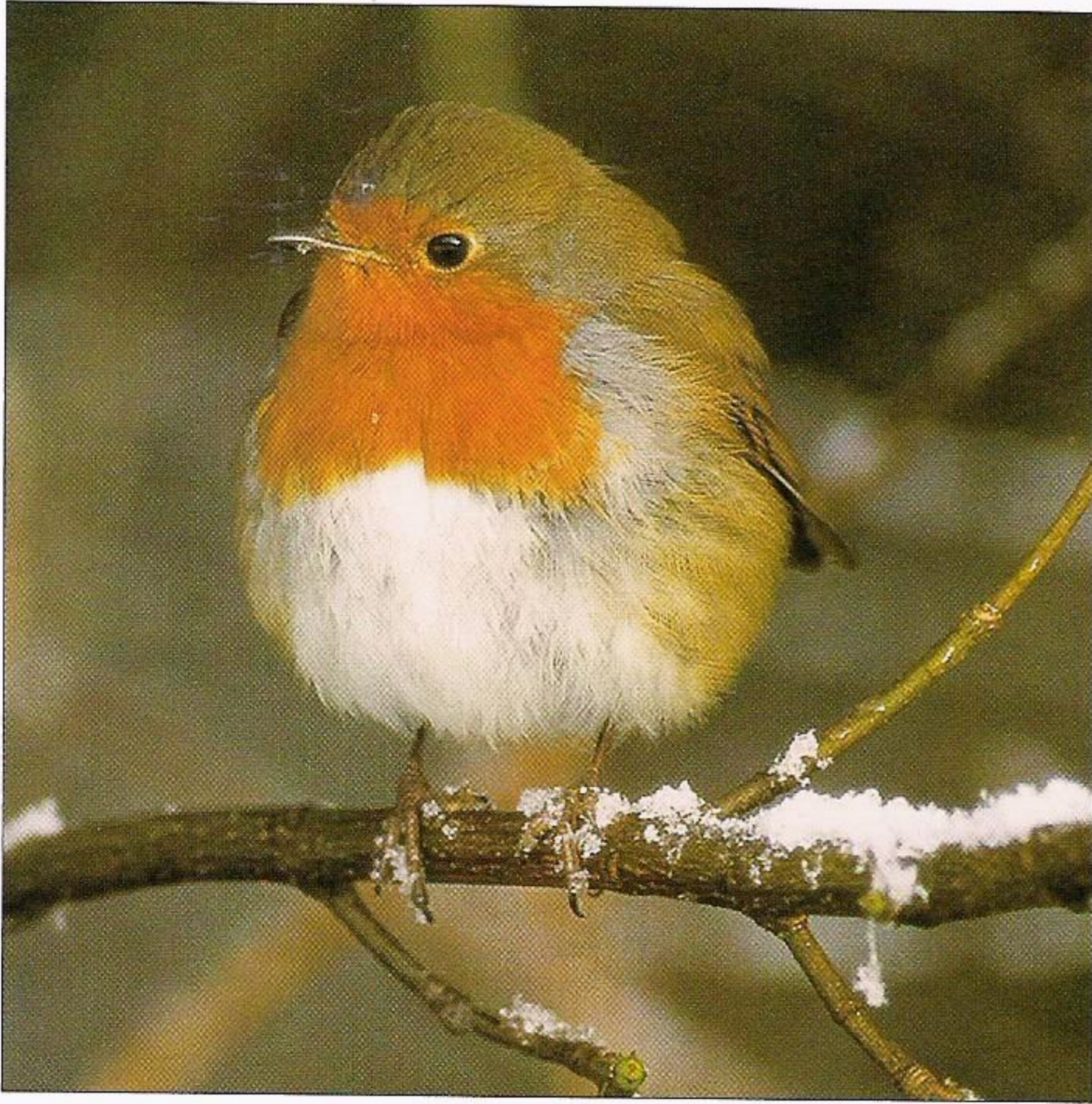
ينصرف الماء عبر التربة بالتقطر عبر الفراغات الموجودة بين جسيمات التربة. لا ينصرف الماء المضاف كله عبر التربة لأن بعضه يتشرب ما في التربة من طين صلصالي ودبال. جسيمات الطين الصلصالي أصغر من جسيمات الرمل بمئات المرات. وهي تسد الفراغات بين الرمل والدبال وتبطئ حركة الماء نزولاً. بعض أنواع التربة الصلصالية توفق كمية تصريف الماء. بإمكانك أن تلاحظ من خلال كمية الماء التي تم تصريفها ما إذا كانت التربة رملية أو صلصالية.

نظرة إلى الماضي



الحرارة شكل من أشكال الطاقة

قبل نحو مئتي سنة، كان العلماء يعتقدون أن الحرارة هي مائع خفي. لكن في العام 1851، قال وليم تومسن بالفكرة الحديثة التي مفادها أن تسخين شيء يزيد من طاقة جسيماته ويجعلها تحوم بسرعة أكبر.



دفع في الشتاء

هل تساءلت يوماً لم تنفش الطيور ريشها في الطقس البارد؟ تحت ريش الطيور ألياف رغبة تحتبس طبقات من الهواء. هذه الطبقات العازلة تقلل من فقدان الحرارة وتحافظ على دفء الطائر.

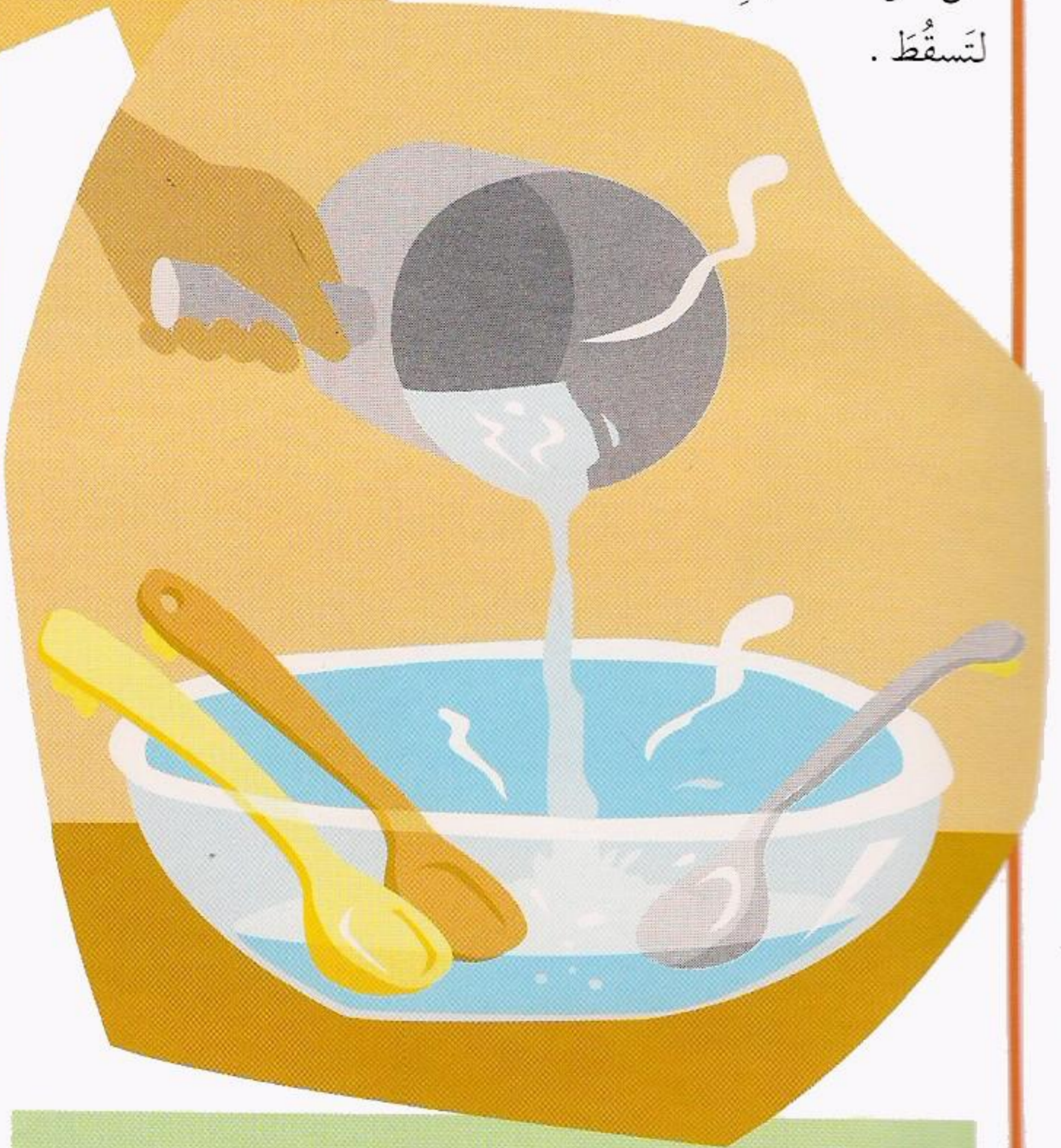
إختبار توصيل الحرارة
ألصق خرزة إلى مسكة كل
من الملاعق الثلاث بواسطة
كتلة من الزبدة أو
المرجرين. أوقف الطاس
على جريدة ورتب فيه
الملاعق بحيث تظل
مسكاتها خارج الحافة.
إسأل راشداً أن يصب في
الطاس ماءً غالياً. وقت
الزمن الذي تستغرقه خرزة
كل من الملاعق الثلاث
لتسقط.

20

اللوازم

- ♦ زبدة أو مرجرين
- ♦ ملعقة معدنية وأخرى بلاستيكية
- ♦ وأخرى خشبية
- ♦ طاس رجاجي مقاوم للحرارة
- ♦ ثلاث خرزات بلاستيكية صغيرة
- ♦ ماء غالي (اطلب مساعدة راشد)
- ♦ جريدة

ما الذي يجعل الخرزات تسقط؟



ماذا حدث؟

التوصيل يحمل الحرارة صعوداً في مسكة كل من الملاعق، مما يتسبب في ذوبان الزبدة وبالتالي سقوط الخرزة. المعدن أفضل توصيلاً للحرارة من الخشب والپلاستيك. لذا فإن طرف مسكة الملعقة المعدنية يسخن بسرعة أكبر فتسقط عنها الخرزة أولاً. وتستغرق خرزة الملعقة الخشبية الفترة الأطول لتسقط لأن الخشب يحتوي على هواء وهو رديء التوصيل للحرارة.

حرارة مُتنقلة

تسري الحرارة في الجوامد في عمليّة ندعوها التّوصيل. بعضُ الموادّ، مثلُ المعادن، تسمَح للحرارة بالانتقال عبرها بسهولة. ونُسمّيها موادّ جيّدة التّوصيل للحرارة. وبعضُ الموادّ الأخرى، مثلُ الورق أو البلاستيك، رديئةُ التّوصيل للحرارة لا تُمرّر الحرارة بسهولة، ونُسمّيها موادّ عازلة. نحن نستخدمُ الموادّ العازلة للإبقاء على سُخونة الأشياء أو بُرودتها.

فقدان الحرارة

تبرّد المشروبات الساخنة لأنّ الحرارة تنتقل من السائل الساخن إلى الهواء الخارجي الأبرد أو الأقل حرارة.

المحافظة على الدّفء

اكتشف نوع المادّة العازلة التي تُبقي المشروب ساخنًا أطول مُدّة.

اللّوازم

20

- ♦ أربع فناجين مصنوعة من الصّيني
- ♦ كيس بوليثلين
- ♦ أربع أربطة مطاطية
- ♦ قطن
- ♦ ماء ساخن تتحمّله اليد
- ♦ ساعة



1 لفّ طبقاتٍ من ورق الجرائد حول فنجانٍ وثبّتها برباطٍ مطاطيٍّ. لفّ فنجانًا آخر بقطن. وضع فنجانًا آخر في كيس مفتوح من البوليثلين. واترك الفنجان الأخير على حاله.

2 إسأل راشدًا أن يُسخن الماء إلى درجة تتحمّلها اليد، أي نحو (45°س). املأ كلّ فنجانٍ بالماء الساخن إلى مسافة 2 سم من أعلاه. اربط كيس البوليثلين برباطٍ مطاطيٍّ بحيث يظلّ الكيس فضفاضًا حول الفنجان.

إسأل راشدًا أن يُسخن الماء إلى درجة تتحمّلها اليد، أي نحو (45°س). املأ كلّ فنجانٍ بالماء الساخن إلى مسافة 2 سم من أعلاه. اربط كيس البوليثلين برباطٍ مطاطيٍّ بحيث يظلّ الكيس فضفاضًا حول الفنجان.

ماذا حدّث؟

ستلاحظ أنّ الماء في فنجانٍ كيس البوليثلين المغلّق هو الأسخن، في حين أنّ الماء في الكيس الذي ظلّ من غير عازل هو الأبرد. الهواء عازل جيّد، ما دامت حرّكته محدودة. كيس البوليثلين يوفّر حول الفنجان طبقة من الهواء تمنع تقلّت الحرارة. القطن يحتوي على هواءٍ مُحْتَبَسٍ في أليافه. الجرائد تحتوي أيضًا على هواءٍ، لكنّ بنسبة أقلّ ممّا في القطن. مُعظّم الموادّ العازلة تعتمد على الهواء المُحتَبَس في منع تسرّب الحرارة وفقدانها.



3 بعد نحو 15 دقيقة، استخدم إصبعك لتختبر ماء كلّ من الفناجين الأربعة. صّف الفناجين بالترتيب من الأسخن إلى الأبرد.

للغازات كتلة

إربط خيط دوّبارةٍ إلى كلٍّ من طرفي قضيبٍ خشبيّ. إربط الطرف الآخر لكلٍّ من خيطي الدوّبارة بحلقةٍ علبةٍ. علّق القضيبَ من مركزه بخيطٍ بحيث تتوازن العلبتان. اسأل راشدًا أن يشدّ حلقةً إحدى العلبتين برفقٍ لتفتّح قليلًا.

ما الذي يحدثُ
للتوازن في
نصف الساعة
التالية؟

15

اللوازم

- علبتا مشروبات فوّارة
- بحلقة نزع
- قضيب خشبي رفيع بطول 30 سم
- خيط دوّبارة

ماذا حدث؟

ستلاحظ أنّ توازن العلبتين يختلّ وأنّ العلبة المفتوحة ارتفعت قليلًا. سبب ذلك أنّ المشروبات الفوّارة تحتوي على غاز ثاني أكسيد الكربون منحلاً في ماءٍ منكهٍ. عندما تفتّح العلبة، يتسرّب ثاني أكسيد الكربون من السائل ببطءٍ، متسببًا بتناقص كتلة السائل. هذا يعني أنّ محتويات العلبة قد قلت وزناً عمّا كانت عليه عندما كانت مغلقةً.



نظرة إلى الماضي



عاش الكيميائيّ الإنجليزيّ جون دالتون من 1766 إلى 1844. وقد قال إنّ المادة مصنوعة من جسيماتٍ غير مرئية. في الموادّ الجامدة، تكون الجسيمات ثابتةً معًا، وفي السوائل يمكنها أن تتزلق متجاوزةً بعضها البعض، وفي الغازات تكون الجسيمات متباعدةً وتنتقل بسرعةٍ كبيرةً.



قارب قابل للنفخ

تشكّل الغازات والتي منها الهواء من جسيماتٍ متباعدة. لكن عند نفخ قارب الإنقاذ هذا، يُضخّ فيه هواءٌ تحت الضّغط، ممّا يؤدي إلى تقريب جسيمات الهواء بعضها من بعض. وهذا يجعل القارب شديدًا ويطفو بسهولة.



الجوامد والسوائل والغازات

يَتَشَكَّلُ عَالَمُنَا مِنْ مِلايينِ المَوادِّ المُخْتَلِفَةِ ، لَكِنَّ هَذِهِ المَوادِّ لَا تَكُونُ إِلَّا بِأَحَدِ أَشْكالٍ ثَلَاثَةٍ - جَوَامِدُ وَسَوَائِلُ وَغَازَاتُ . تَكُونُ الجَوَامِدُ ، مِثْلُ القَرْمِيدِ وَالجَلِيدِ ، صُلْبَةً وَذَاتَ شَكْلِ ثَابِتٍ أَوْ مُحَدَّدٍ . السَوَائِلُ ، مِثْلُ المَاءِ ، تَكُونُ مَائِعَةً وَليْسَ لَهَا شَكْلٌ مُحَدَّدٌ . فَلِها سَطْحٌ مُسَطَّحٌ وَهي تَمَلَأُ قَعْرَ أَيِّ وَعَاءٍ . أَمَّا الغَازَاتُ فَتَنْتَشِرُ فِي كُلِّ الإِتْجَاهَاتِ ، وَيُحْتَفَظُ بِها لِذَلِكَ فِي أَوْعِيَةٍ مُقْفَلَةٍ .

أشعر الفرق

لَا حِظَّ مَا يَحْدُثُ عِنْدَمَا تَضَعُ غَازًا (هَوَاءً) ، أَوْ سَائِلًا (مَاءً) ، أَوْ جَامِدًا (جَلِيدًا) . سَتُحْتَاجُ فِي الخُطْوَةِ 3 لِتُعَدَّ الجَلِيدَ إِلَى وَقْتِ إِضَافِيٍّ .

اللوازم
15
♦ قَدِينَةٌ فارِغَةٌ ذاتِ غِطاءٍ
لَوْبِيٍّ سِعْتِها 500 مِل
♦ مَاءٌ
♦ بِالونِ طَوِيلٌ
♦ مُجَمَّدَةٌ (فَرِيزِر)



1 إِمْسِكِ القَدِينَةَ الفارِغَةَ وَهي مُحَكَّمَةٌ السَّدِّ واضْعَطِّ عَلَيْها بِقوَّةٍ . ماذا يَحْدُثُ لِلقَدِينَةِ ؟



2 الآنَ انزِعِ غِطاءَ القَدِينَةِ واملأها بِالماءِ تَمَامًا . أَحْكِمِ غِطاءَها وَحاوِلِ أَنْ تَضَعُ عَلَيْها ثَانِيَةً . هل بِإمكانِكَ الآنَ أَنْ تَسْحَقَها بِسَهولَةٍ ؟

3 إِمْلَأْ بِالونًا بِالماءِ (فوقِ مَغْسَلَةٍ!) وَارْبِطِ عُنُقَهُ . اضْعَطِّ عَلَى البالونِ وَلا حِظَّ كَيْفَ يَتَحَرَّكُ المَاءُ داخِلَهُ . ضَعِ البالونَ فِي مُجَمَّدَةٍ لِساعَةٍ . الآنَ انظُرْ إِذا كُنْتَ قادِرًا عَلَى تَحريكِ المَاءِ داخِلَهُ .

ماذا حَدَثَ ؟

الهَوَاءُ غَازٌ وَهو قابِلٌ لِلضَّغَطِ ، وَهذا يَعْنِي أَنَّهُ يُمكنُ ضَغْطُهُ فِي حَيِّزٍ أَصْغَرَ . المَاءُ سائِلٌ وَهو غَيْرُ قابِلٍ لِلضَّغَطِ ، وَهذا يُفسِّرُ لِمَ لَا تَسْتَطِيعُ أَنْ تَضَعُ القَدِينَةَ المَمْلوءَةَ بِالماءِ . السَوَائِلُ وَالغَازَاتُ تُسَمَّيها مَوائِعَ لِأَنَّها قابِلَةٌ لِلجَرِيانِ مِنْ مَوْضِعٍ إِلَى آخَرَ . عِنْدما تَسْقُطُ دَرَجَةُ الحَرارةِ عَنِ دَرَجَةِ الصَّفْرِ سَ ، يَتَجَمَّدُ المَاءُ إِلَى جَلِيدٍ . الجَوَامِدُ غَيْرُ قابِلَةٍ لِلجَرِيانِ وَلَا لِلضَّغَطِ .



خَلِيطُ الكعك

إِسْأَنُ رَاشِدًا أَنْ يُسَاعِدَكَ فِي جَمْعِ المَوَادِّ وَالْعُدَّةِ اللَّازِمَةِ لِعَمَلِ قَالِبِ كعكٍ. رَاقِبْ كَيْفَ تَتَحَوَّلُ المَوَادُّ إِذْ تَقُومُ بِخَفَقِهَا وَمَزْجِهَا مَعًا. ثَمَّ انظُرِ المَزِيجَ يَتَغَيَّرُ أَيضًا إِذْ تَخْبِزُهُ فِي الفُرْنِ.

40

اللّوازم

- ♦ موادُّ للكعك وُعدَّة
- ♦ لإعداده وخبزه
- ♦ فُرن

كيف تُغَيَّرُ
مزيج الكعك
المائع إلى
كعك شهّي؟

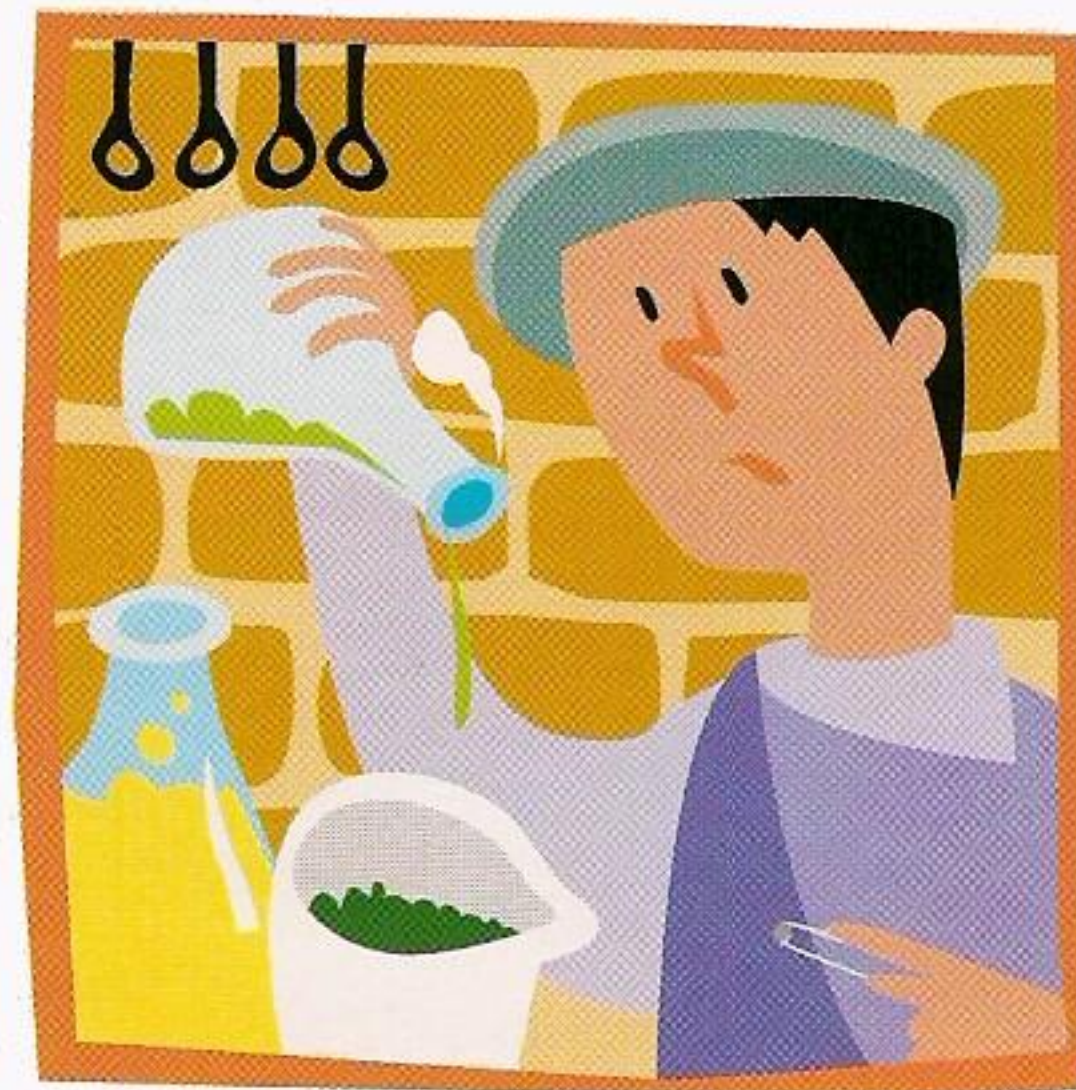
ماذا حَدَثَ؟

إِنَّ التَّغْيِيرَ الَّذِي يُصِيبُ الكعكَ المَخْبُوزَ شَكْلًا وَطَعْمًا، مُقَارَنَةٌ بِمَا كَانَتْ عَلَيْهِ حَالُ المَوَادِّ الأَوَّلِيَّةِ، شَيْءٌ مُدْهِشٌ. يَحْتَوِي خَلِيطُ الكعكِ عَادَةً عَلَى طَحِينٍ وَبَيْضٍ وَسُكَّرٍ وَدُهْنٍ. وَإِذْ يُخْبَزُ الخَلِيطُ فِي الفُرْنِ، فَإِنَّ الحَرَارَةَ تُمَدِّدُهُ وَتُغَيِّرُ لَوْنَهُ وَقِوَامَهُ وَطَعْمَهُ.



نَظْرَةٌ إِلَى المَاضِي

خِيميائيّ من القرن السّادس عشر في مُختبره



الخيميائيّون هم الكيميائيّون القُدَامَى الَّذِين ظَلُّوا إِلَى مَا قَبْلَ نَحْوِ 400 عَامٍ يَقُومُونَ بِتِجَارِبِهِمُ الَّتِي كَانَتْ تُشْبِهُ بَعْضَ الشَّيْءِ مَا يَقُومُ بِهِ الكِيميائيّ الحَدِيثُ مِنْ إِغْلَاءِ الأَشْيَاءِ وَتَذْوِيبِهَا وَحَلِّهَا. وَكَانَ الخيميائيّونَ يَعتَقِدُونَ أَنَّهُ بِالإِمكانِ، بِخَلْطِ المَوَادِّ بِنِسَبٍ صَحِيحَةٍ، أَنْ يُحَوَّلُوا المَعَادِنَ البَخْسَةَ أَوْ الرِّخِيسَةَ إِلَى ذَهَبٍ.



ألواحُ خَشَبٍ مُصَنَّعة

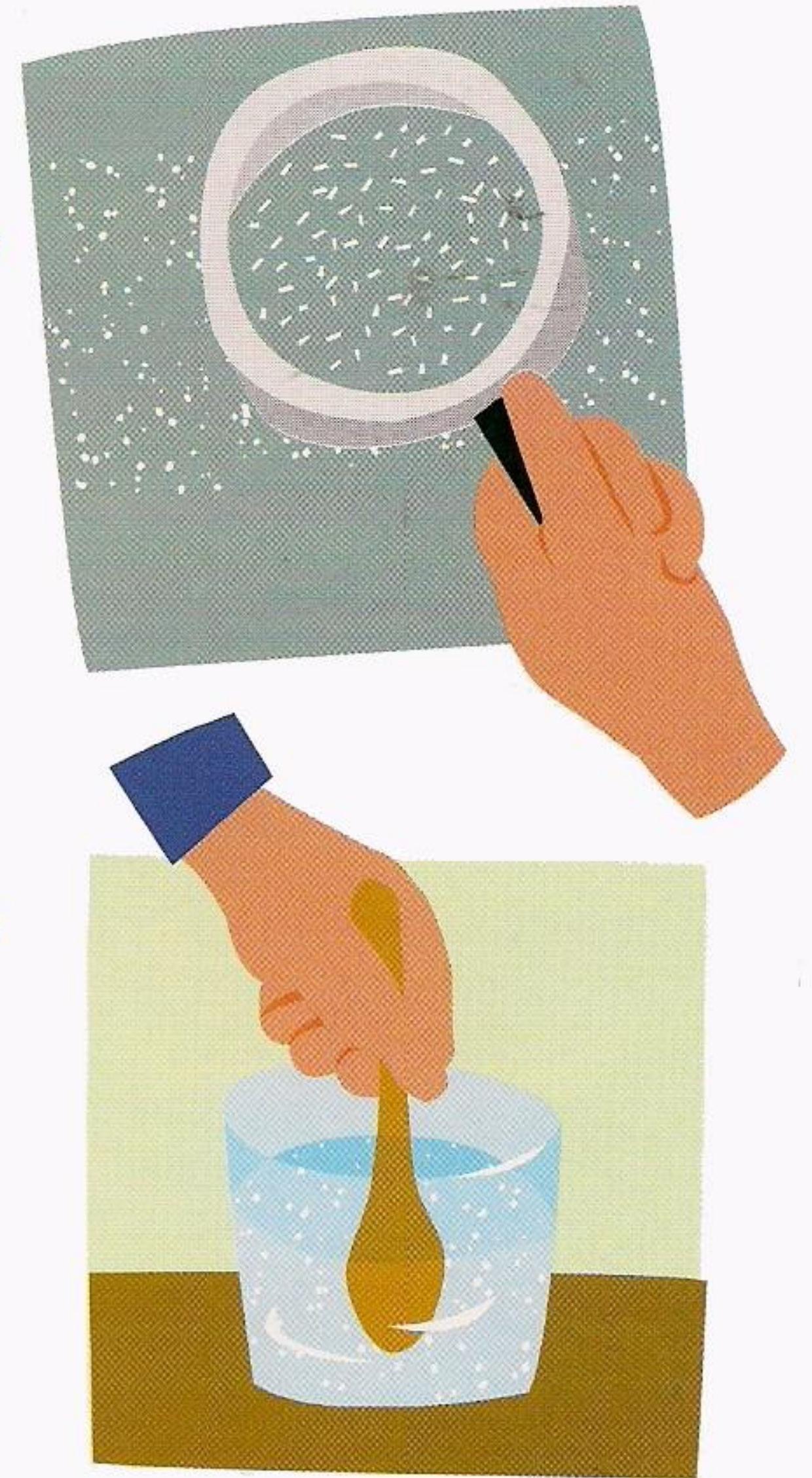
الخَشَبُ مادَّةٌ عَظِيمَةُ الفَائِدَةِ فِي الصَّنَاعَاتِ. لَكِنَّ فِيهِ عَائِقًا - فَلَوحُ الخَشَبِ لا يَكُونُ إِلاَّ بَعْرَضِ الجِذْعِ الَّذِي اقْتُطِعَ مِنْهُ. لِذَا أَنْتَجَ الصَّنَاعِيّونَ نَوْعًا مِنَ الخَشَبِ المَصنُوعِ مِنْ شَطَايَا الخَشَبِ والنُّشَارَةِ مُلتَجِمَةً مَعًا بِالْجِراءِ. وَهَذِهِ تَكُونُ عَلَى شَكْلِ ألواحٍ يَسهُلُ تَشكيلُهَا عَلَى النِّحْوِ الَّذِي يَرغَبُ فِيهِ الصَّانِعُ.

خَلْطُ الْمَوَادِّ

الموادُّ في مُعْظَمِهَا ليست خالِصَةً. وتكونُ عادةً خَلِيطًا من موادِّ مُخْتَلِفَةٍ امْتَزَجَتْ أو اتَّحَدَتْ بَعْضُهَا بِبَعْضٍ بِطُرُقٍ مُخْتَلِفَةٍ. على سبيلِ الْمِثَالِ، عَيْنَةُ الْحَلَوِيَّاتِ هِيَ خَلِيطٌ مِنَ الطَّحِينِ وَالذَّهْنِ وَالْمَاءِ، فِي حِينِ تَتَشَكَّلُ الْمَشْرُوبَاتُ الْفَوَّارَةُ مِنْ مَاءٍ وَسُكَّرٍ وَمُنْكَهَاتٍ وَغَازٍ ثَانِي أُكْسِيدِ الْكَرْبُونِ.

مَحَالِيل

بِإِمْكَانِنَا أَنْ نَمَزُجَ الْمَاءَ وَالسُّكَّرَ أَوْ الْمِلْحَ لِنُشَكِّلَ مَادَّةً جَدِيدَةً نُسَمِّيْهَا مَحْلُولًا. لِلْمَحْلُولِ خَوَاصٌّ تَخْتَلِفُ عَنِ خَوَاصِّ الْمَاءِ الْعَادِيِّ.



أَيُّ الْحَبِيبَاتِ
تَخْتْفِي فِي
الْمَاءِ؟

- اللُّوْازِمُ
- ♦ مَاءٌ دَافِئٌ
 - ♦ مَوَادُّ جَامِدَةٌ مِثْلُ السُّكَّرِ وَالْمِلْحِ وَالرَّمْلِ
 - ♦ أَرْبَعَةُ فَنَاجِينِ پِلَاسْتِيكِيَّةٍ
 - ♦ مِلْعَقَةٌ شَايٍ
 - ♦ عَدْسَةٌ مُكَبَّرَةٌ
 - ♦ مُجَمِّدَةٌ

1 ضَعْ حَبِيبَاتٍ قَلِيلَةً مِنْ كُلِّ مِنْ أَنْوَاعِ الْجَوَامِدِ عَلَى طَاوِلَةٍ. أَنْظِرْ إِلَيْهَا عِبْرَ عَدْسَةٍ مُكَبَّرَةٍ. هَلْ تَرَى فَرِاقًا بَيْنَ شَكْلِهَا وَحَجْمِهَا؟ لِحَبِيبَاتِ الْمِلْحِ وَالسُّكَّرِ جَوَانِبٌ مُسْتَقِيمَةٌ - وَنُسَمِّيْهَا بِلُّورَاتٍ.

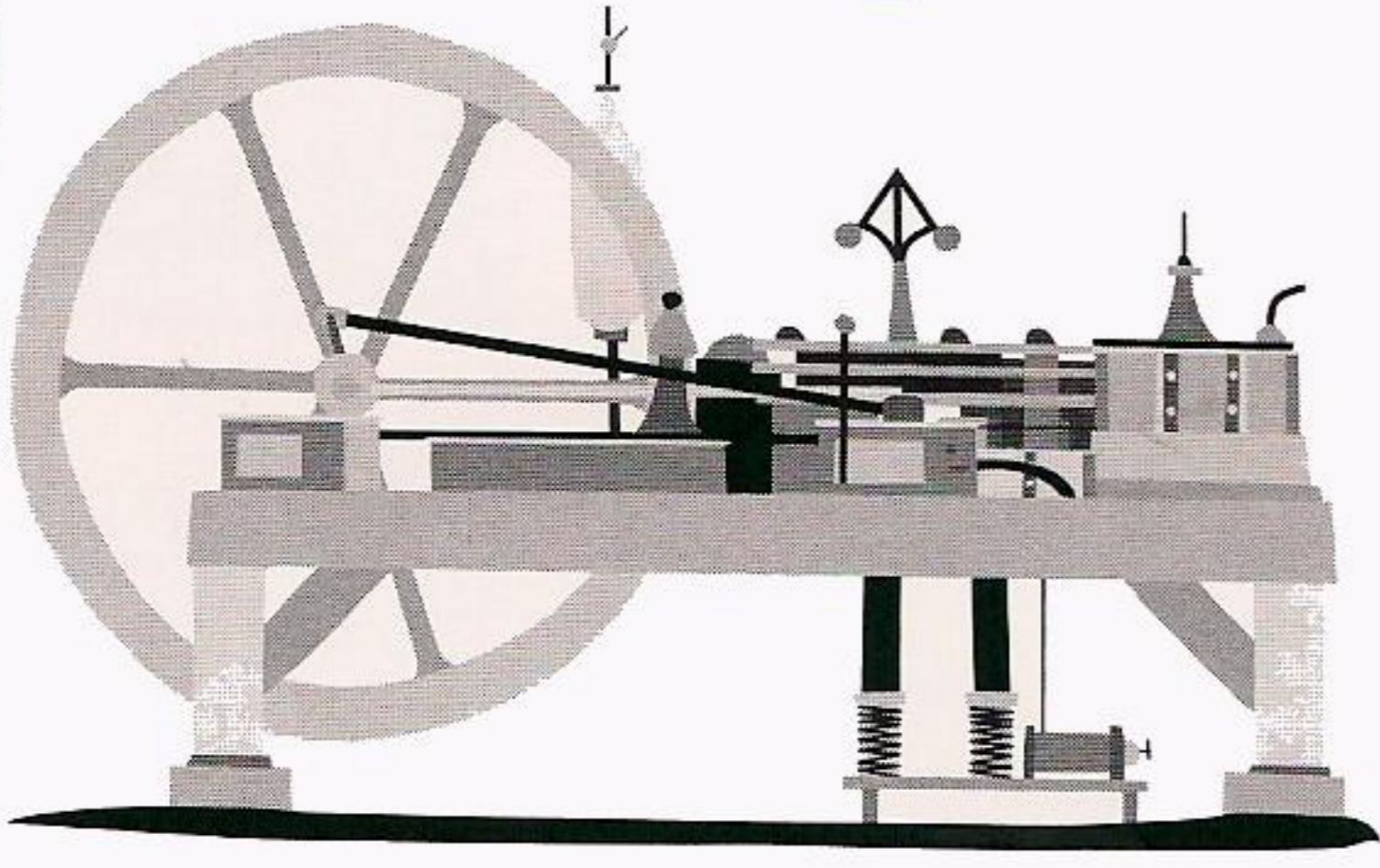
2 اِمْلَأْ أَحَدَ الْأَكْوَابِ إِلَى مُنْتَصَفِهِ بِمَاءٍ دَافِئٍ. أَضِفْ قَلِيلًا مِنَ السُّكَّرِ وَرَاقِبْ مَا يَحْدُثُ لِحَبِيبَاتِهِ. ثُمَّ أَضِفْ مِلْعَقَةً مَلَانَةً مِنَ السُّكَّرِ وَحَرِّكِ الْمَزِيجَ. لَاحِظْ حَبِيبَاتِ السُّكَّرِ تَنْحَلُّ فِي الْمَاءِ وَتَخْتْفِي.

3 اِمْلَأْ كُوبًا آخَرَ إِلَى نِصْفِهِ بِالْمَاءِ. ضَعْ هَذَا الْفِنْجَانَ وَفِنْجَانَ الْمَاءِ السُّكَّرِيِّ فِي الْمُجَمِّدَةِ لِسَاعَتَيْنِ أَوْ ثَلَاثِ سَاعَاتٍ. تَفَقَّدِ الْفِنْجَانَيْنِ كُلَّ 15 دَقِيقَةً لَتَرَى مَا يَحْدُثُ. الْآنَ كَرِّرِ الْخُطُوَّتَيْنِ 2 وَ3 بِاسْتِخْدَامِ الْمِلْحِ بَدَلَ السُّكَّرِ، ثُمَّ بِاسْتِخْدَامِ الرَّمْلِ.

مَاذَا حَدَثَ؟

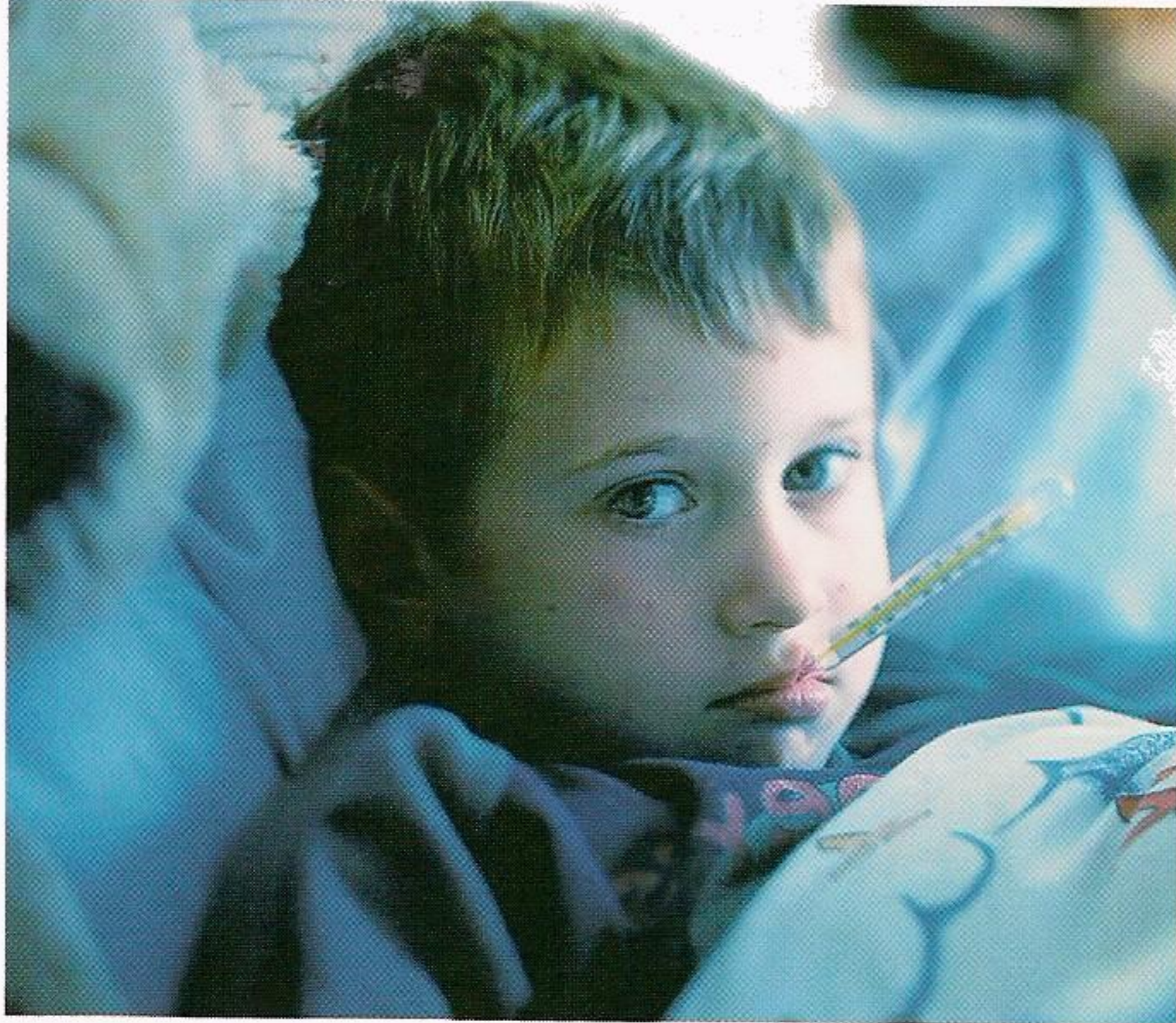
تَنْحَلُّ بِلُّورَاتُ السُّكَّرِ وَالْمِلْحِ عِنْدَ امْتِزَاجِهَا بِالْمَاءِ. نُسَمِّيُ النَّاتِجَ مَحْلُولًا سُكَّرِيًّا أَوْ مَحْلُولًا مِلْحِيًّا. عِنْدَمَا تَنْحَلُّ الْبِلُّورَاتُ، تَنْجَزُّ إِلَى جُسَيْمَاتٍ هِيَ مِنَ الصَّغِيرِ بَحِيثٍ لَا تَرَاهَا. هَذِهِ الْجُسَيْمَاتُ تَنْتَشِرُ فِي الْمَاءِ عَلَى نَحْوِ مُنْتَظِمٍ. مَعَ الْمَوَادِّ الْمَحْلُولَةِ يَحْدُثُ التَّجْمُدُ بِدَرَجَةِ حَرَارَةٍ أَقَلِّ مِمَّا يَحْدُثُ مَعَ السُّوَائِلِ النَّقِيَّةِ، لِذَا فَإِنَّ الْمَحَالِيلَ السُّكَّرِيَّةَ وَالْمِلْحِيَّةَ تَسْتَعْرِقُ وَقْتًا أَطْوَلَ لِتَتَجَمَّدَ مِمَّا يَسْتَعْرِقُهُ الْمَاءُ النَّقِيُّ. الرَّمْلُ، عَلَى عَكْسِ السُّكَّرِ وَالْمِلْحِ، مَادَّةٌ غَيْرُ قَابِلَةٌ لِلانْحِلَالِ.

نظرة إلى الماضي



مُحرِّكُ لِنَوَارِ الْغَازِيّ

اخترعت مُحَرِّكاتُ لِنَوَارِ الْغَازِيَّةِ فِي الْعَامِ 1860. وَفِكْرَتُهَا تُمَثِّلُ أَسَاسَ فِكْرَةِ مُحَرِّكاتِ الْبَنْزِينِ وَالذِّيْزِلِ الشَّائِعَةِ الْيَوْمَ. مُحَرِّكاتُ الْإِحْتِرَاقِ الدَّاخِلِيّ كُلُّهَا تُحْرِقُ مَزِيْجًا مِّنَ الْوَقُودِ وَالْهَوَاءِ دَاخِلَ أُسْطُوَانَةٍ الْحَرَارَةُ تُمَدِّدُ الْغَازَاتِ، وَذَلِكَ يُحَرِّكُ الْمِكْبَسَ فِي الْأُسْطُوَانَةِ. وَالْمِكْبَسُ مُتَّصِلٌ بِذِرَاعِ تَدْوِيرٍ تَعْمَلُ عَمَلُ دَوَاسَةِ الدَّرَاجَةِ مُدِيرَةً دَوْلَابًا.



كَيْفَ يَعْمَلُ التَّرْمُومِتْرُ

عِنْدَمَا يَأْخُذُ شَخْصٌ حَرَارَتَكَ، يَتَأَثَّرُ سَائِلٌ دَاخِلَ التَّرْمُومِتْرِ هُوَ الزَّبْئِقُ بِحَرَارَةِ فَمِكَ فَيَتَمَدَّدُ. وَإِذَا يَتَمَدَّدُ، فَإِنَّهُ يَصْعَدُ فِي أَنْبُوبٍ مُدْرَجٍ رَفِيعٍ جَدًّا يُبَيِّنُ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ.

تَسْخِينُ الْمَاءِ

إِسْتِخْدَامِ الْعُدَّةِ نَفْسَهَا كَمَا فِي التَّجْرِبَةِ السَّابِقَةِ. هَذِهِ الْمَرَّةَ، ائْمَلْ الْقِنِينَةَ إِلَى أَعْلَاهَا بِمَاءٍ بَارِدٍ قَبْلَ تَرْكِيزِ الْقَشَّةِ فِي عُقْفِهَا. تَأَكَّدْ مِنْ ارْتِفَاعِ شَيْءٍ مِّنَ الْمَاءِ إِلَى مُتَنَصِّفِ الْقَشَّةِ، وَعَلِّمْ هُنَاكَ بِالْقَلَمِ. الْآنَ أَوْقِفِ الْقِنِينَةَ بِطَاسٍ مِّنَ الْمَاءِ السَّاخِنِ وَرَاقِبْ مُسْتَوَى الْمَاءِ فِي الْقَشَّةِ.

10

الَلَّوْازِمُ

- ◆ قِنِينَةٌ، وَقَشَّةٌ شُرْبٌ وَمَعْجُونٌ تُشْكَيلُ، كَمَا فِي التَّجْرِبَةِ السَّابِقَةِ
- ◆ طَاسٌ مِّنَ الْمَاءِ السَّاخِنِ (إِسْتَعِينِ بِرَاشِدٍ)
- ◆ قَلَمٌ رِصَاصٌ

هل تتمدد
السوائل قدر ما
تتمدد الغازات؟



مَاذَا حَدَثَ؟

الْجُسَيْمَاتُ تَتَحَرَّكُ فِي الْمَاءِ أَبْطَأَ مِمَّا تَتَحَرَّكُ فِي الْهَوَاءِ. جُسَيْمَاتُ السَّوَائِلِ أَشَدُّ تَقَارُبًا مِّنْ جُسَيْمَاتِ الْغَازِ وَهِيَ فِي تَحَرُّكِهَا تَنْزِلُ مُتَجَاوِزَةً بَعْضُهَا الْبَعْضَ. يُوَدِّي تَسْخِينُ الْمَاءِ إِلَى تَسَارُعِ حَرَكَةِ الْجُسَيْمَاتِ وَيَنْتِجُ عَنِ ذَلِكَ تَمَدُّدَ السَّائِلِ وَارْتِفَاعَهُ فِي الْقَشَّةِ. لَكِنَّ تَمَدُّدَ السَّائِلِ مَحْدُودٌ بِالنَّسْبَةِ لِتَمَدُّدِ الْغَازَاتِ.

التَّمَدُّدُ وَالتَّقْلُصُ

عندما تُسَخَّنُ الجَوَامِدُ والسَّوَائِلُ والغازاتُ ، فإنَّها تَتَلَقَّى طاقةً وتَرتَفِعُ درجةُ حرارتِها . ويكونُ من نَتِيجَةِ ذلكَ أنَّها تَتَمَدَّدُ ، أي تَشغَلُ حَيِّزًا أكبرَ ، ونَقولُ إنَّ حجمَها قد ازدادَ . وإذ تَبَرَّدُ المَوادُّ ، فإنَّها تَفقِدُ طاقةً وتَتناقصُ درجةُ حرارتِها . في هذا الوقتِ تَتَقَلَّصُ المَوادُّ أي يَتناقصُ حجمُها وتَصغُرُ .

ماذا حَدَثَ ؟

إذ تُسَخَّنُ القِثَيَّةُ بالفِوطَةِ السَّاخنةِ ، تكونُ تُسَخَّنُ الهِواءَ داخِلَها . الطَّاقةُ الحراريَّةُ تَجعَلُ جُسيماتِ الهِواءِ الدَّقيقةَ تَتسارعُ وتَشغَلُ حَيِّزًا أكبرَ . نَتِيجَةُ ذلكَ ، يَتَمَدَّدُ الهِواءُ وتَخْرُجُ فقائِعُهُ مِنَ القِثَيَّةِ . ويكونُ لتَبْرِيدِ القِثَيَّةِ تأثيرٌ مُعاكِسٌ . تَتباطأُ الجُسيماتُ ، وتَشغَلُ حَيِّزًا أَقلَّ ، أي يَتَقَلَّصُ الهِواءُ ، ويكونُ من نَتِيجَةِ ذلكَ أن يَدخُلَ المِاءُ إلى القِثَيَّةِ .

اللَّوازمُ

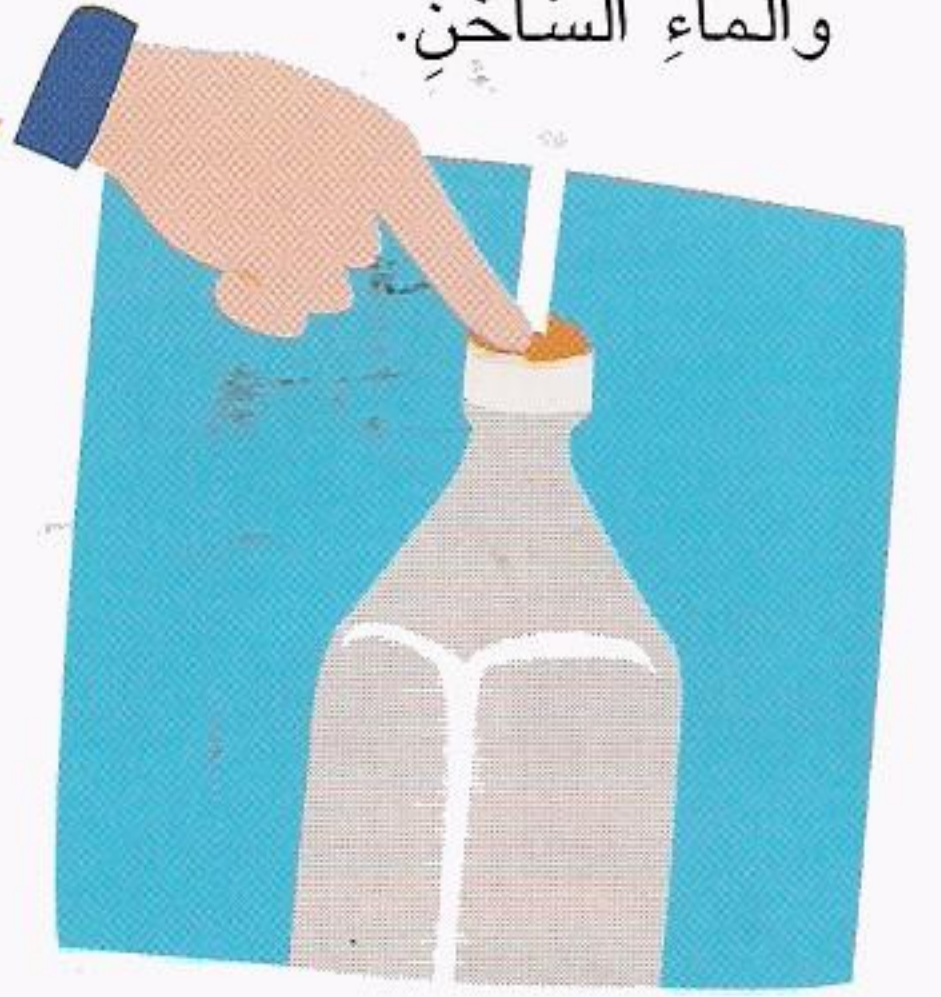
15

- ♦ قِثَيَّةٌ رُجَاجِيَّةٌ صَغيرةٌ مَتِينَةٌ ،
- ♦ مِثْلًا قِثَيَّةٌ كاتِشابِ فارِغَةٌ
- ♦ قِشَّةٌ شُرْبٍ (شَفَاطَةٌ)
- ♦ مَعجُونٌ تَشكيلِ
- ♦ فِوطَةٌ شاي
- ♦ ماءٌ ساخنٌ (أَطْلُبُ العَونَ من رَاشِد)
- ♦ قُماشَةٌ بارِدةٌ رَطْبَةٌ
- ♦ طاسٌ ماءٍ

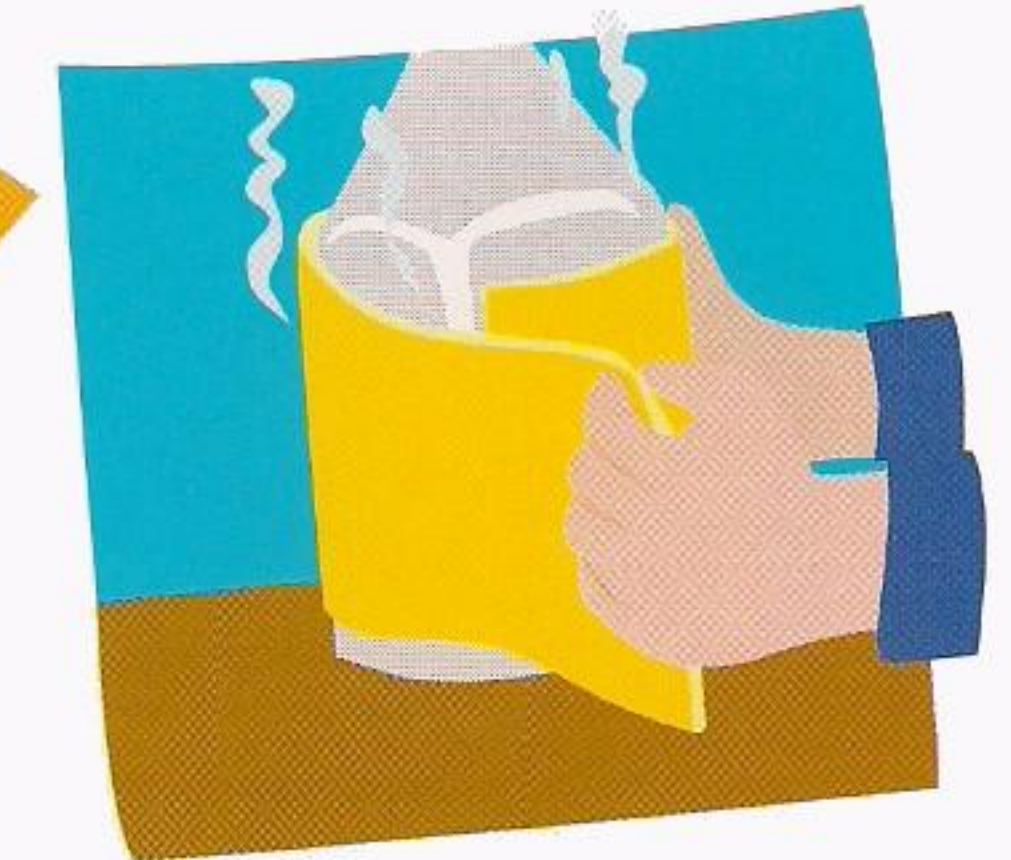
هواء ساخن وهواء بارد

هذا النِّشاطُ يُساعِدُكَ على رَؤيةِ كيفَ أنَّ الهِواءَ - وهو غازٌ غيرُ مرئيٍّ - يَتَمَدَّدُ وَيَتَقَلَّصُ عندما يَسخُنُ ويَبْرُدُ . إِسألُ رَاشِدًا أن يُساعِدَكَ في تَناولِ الرُّجَاجِ والمِاءِ السَّاخِنِ .

1 حَوِّطِ بِرَفِقَةٍ كُرَّةً من مَعجُونِ التَّشكيلِ حولَ أَحَدِ طَرَفِي قِشَّةِ الشُّرْبِ . ادْفَعْ المَعجُونَ داخِلَ عُنُقِ القِثَيَّةِ لِتَجعَلِها مَسِكةً للهِواءِ .



2 إِسألُ رَاشِدًا أن يَنقَعَ فِوطَةَ الشَّاي في ماءٍ ساخنٍ ولَفَّ الفِوطَةَ حولَ القِثَيَّةِ .



3 إِقْلِبِ القِثَيَّةَ المَلفُوفَةَ رَاسًا على عَقِبٍ وَعَطِّسْ طَرَفَ القِشَّةِ في ماءِ الطَّاسِ . ماذا تَلاحِظُ ؟



4 أَبْقِ طَرَفَ القِشَّةِ تحتِ سَطْحِ المِاءِ . انزِعِ القُماشَةَ السَّاخنةَ من حَولِ القِثَيَّةِ ، ثم لَفَّ بِدَلِها قُماشَةً بارِدةً . راقِبْ ما يَحْدُثُ للمِاءِ !



- ◆ عُلْبُ أَلْمُنِيُومِ (كالتّي صُنِعَتْ سَابِقًا)
- ◆ سُكَّر
- ◆ مِلْح
- ◆ بِيضُ نِيءٍ
- ◆ صِينِيَّةُ خَبْزٍ

تسخين أقوى

تحتاج بعض المواد إلى حرارة أقوى لجعلها تتغير. عيّر الفرن على 200° س. ضع قليلاً من السكر والملح والبيض في كل من علب الألمنيوم وضع العلب على صينية خبز. اطلب من راشد أن يدخل الصينية إلى الفرن وأن يخرجها منه بعد 15 دقيقة. ما المواد التي تبدو الآن مختلفة؟



ماذا حدث؟

يدوب السكر في حرارة الفرن ثم يبدأ بالتحول إلى مادة سمرأة لزجة هي في الواقع سكر محروق. عندما يبرد السكر المحروق، يعود فيتحول إلى جامد. ويكون تغيره دائماً. يشوى البيض داخل الفرن، ويكون تغيره أيضاً دائماً. ذلك أن جسيمات في السكر والبيض تتفكك ثم تعود فتجتمع بطريقة جديدة. الملح لا يتأثر. ولا بد من أن تصل درجة الحرارة إلى 850° س قبل أن يدوب. وعندما يبرد، يعود فيتحول ثانية إلى ملح جامد.



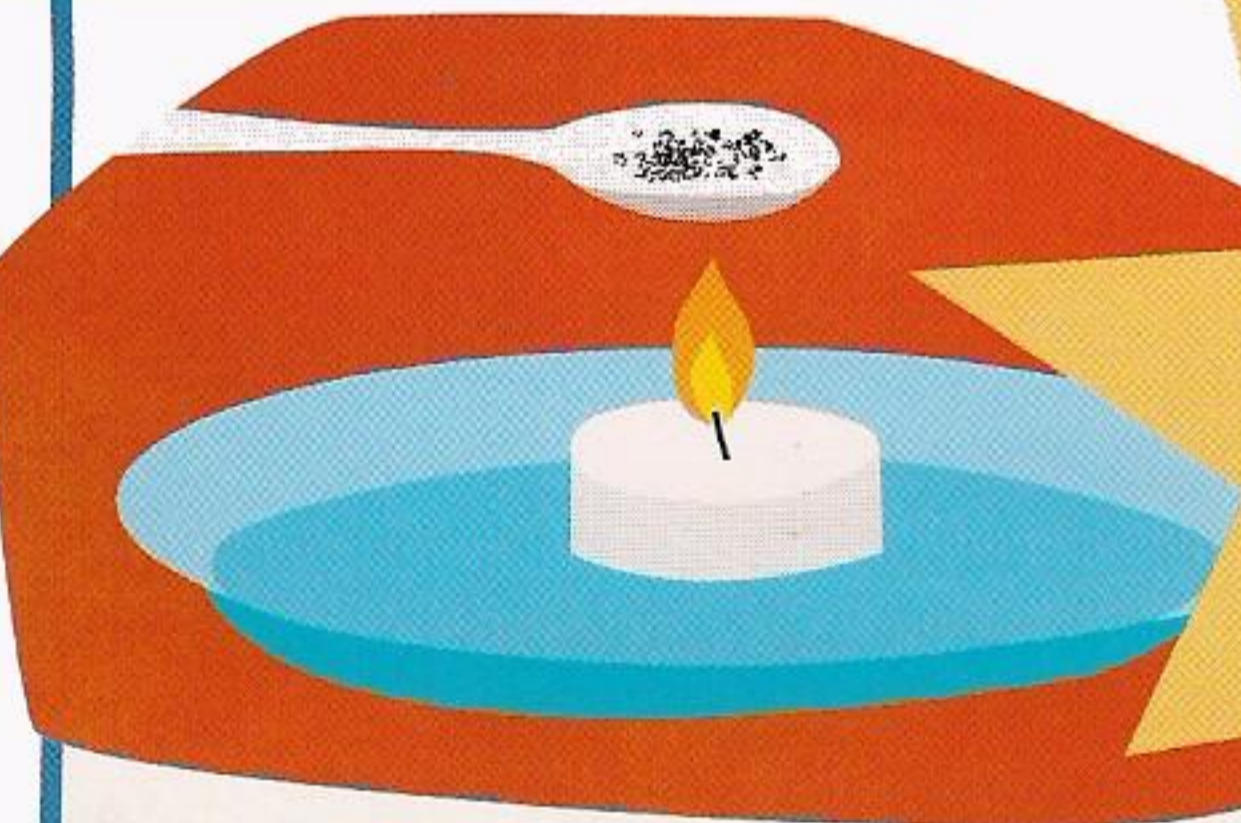
تسخين بدرجات حرارة عالية

ضع قليلاً من السكر في ملعقة شاي قديمة. اسأل راشداً أن يشعل الشمعة وامسك الملعقة فوقها فترة لتسخن. ماذا ترى؟

اللوازم

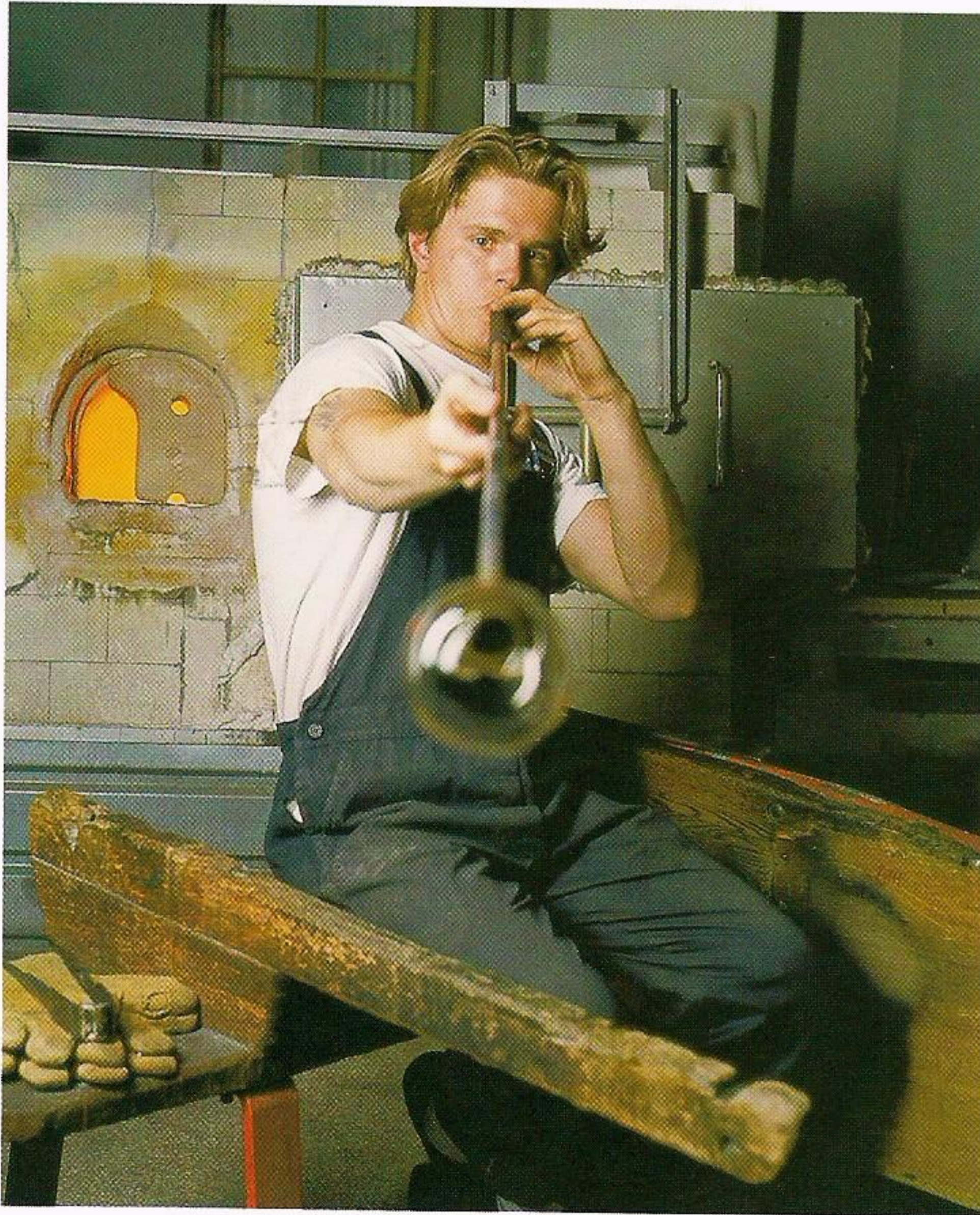
- ◆ مِلْعَقَةٌ شَاي قَدِيمَةٌ
- ◆ سُكَّر
- ◆ عِيدَانُ كَبْرِيْتِ (أَطْلُبْ مُسَاعَدَةَ رَاشِد)
- ◆ شَمْعَةٌ فِي طَبَقِ مَاءٍ صَغِيرٍ

ما الذي يحول السكر إلى اللون الأسود؟



ماذا حدث؟

السكر مركب من الكربون والهيدروجين والأكسجين. عند تسخينه إلى نحو 500° س، يتفكك إلى كربون، وهو الذي تراه في الملعقة، وإلى بخار يتصاعد. عندما يحدث هذا، نقول إن السكر قد تحلل. وهو تغير دائم.



تشكيل الزجاج

يطرى الزجاج تدريجياً إذ ترتفع الحرارة. لتشكيل الزجاج، ينفخ الصناع في أنبوب حديدي لجعل فقاعات الزجاج تتمدد. وهم يشكلون من هذا الزجاج أباريق وأوعية زينة بديعة.

تسخين المواد



عندما تُسخَّن مادةٌ، تزدادُ درجةُ حرارتِها. يتسبَّبُ ارتفاعُ درجةِ الحرارةِ بتغييرِ مظهرِ العديدِ منَ الموادِ. مثلاً، ينطلقُ منَ الماءِ فقائِعُ عندِ الغليانِ ويتحمَّصُ الخُبزُ. وعندما يتوقَّفُ التسخينُ، تعودُ درجةُ الحرارةِ فتَهبطُ. يتوقَّفُ الماءُ عن إطلاقِ الفقائِعِ، فنقولُ لذلكِ أنَّ التَّغيُّرَ في هذهِ الحالةِ مؤقتٌ. على أنَّ الخُبزَ المُحمَّصَ، من ناحيةٍ أُخرى، لا يعودُ عندما يبرِّدُ إلى حالتهِ الأصليَّةِ. هنا الحرارةُ تسبَّبت بتغيُّرٍ دائمٍ.



اللوازم

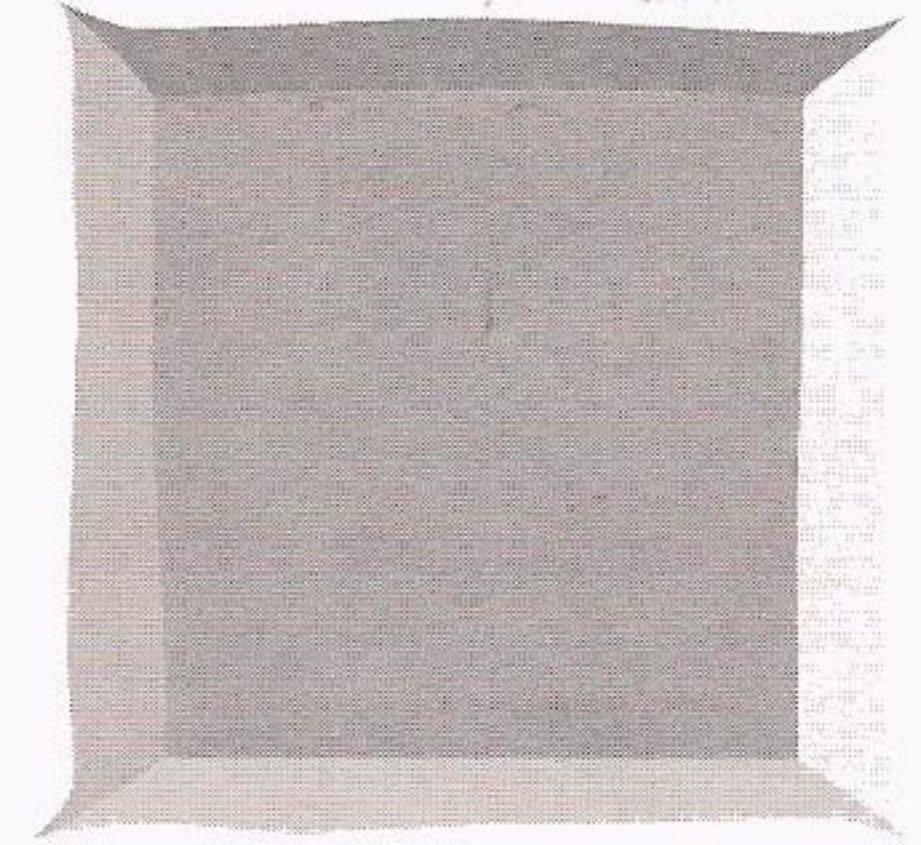
20

- ♦ كُريَّة من الزُّبْدَة
- ♦ قِطعة من الشوكولاتة
- ♦ قِطعة من شَمعة
- ♦ سَكَّر
- ♦ وَرَق آلْمنيوم
- ♦ مِقْص
- ♦ مِصباحٌ طاولة قابل للضبط
- ♦ قَشَّة شُرْب (شَفَاطة)



تسخين على نار خفيفة

تتغيَّرُ بعضُ الموادِ عندما ترتفعُ الحرارةُ ولو ارتفعاً طفيفاً. عند قيامك بهذا النشاط، لا تلمسْ لمبة المِصباحِ، إذ إنها تكونُ ساخنةً.



1 فصلُ 4 مُربَّعاتٍ من وَرَقِ آلْمنيوم قياسُ ضِلْعِها 10 سم. اِطوِ الجوانبِ واقْرصِ القُرْنَ ليكونَ لديكِ أربعُ عُلَبٍ صغيرةٍ مكشوفةِ الأعلى ومُسطَّحةِ القاعِ.



2 ضَعُ في كلِّ منَ العُلَبِ كميَّةً قليلةً من إحدى الموادِ بحيثِ تحتوي كلُّ عُلْبَةٍ على مادَّةٍ مُختلفةٍ.

4 أطفئِ المِصباحَ وأبعدهُ عن العُلْبِ. الآنَ حرِّكْ كلاً منَ الموادِ بقَشَّةِ شُرْبٍ لترى كيفَ تغيَّرت. ثمَّ دَعها تَبْرُدُ.

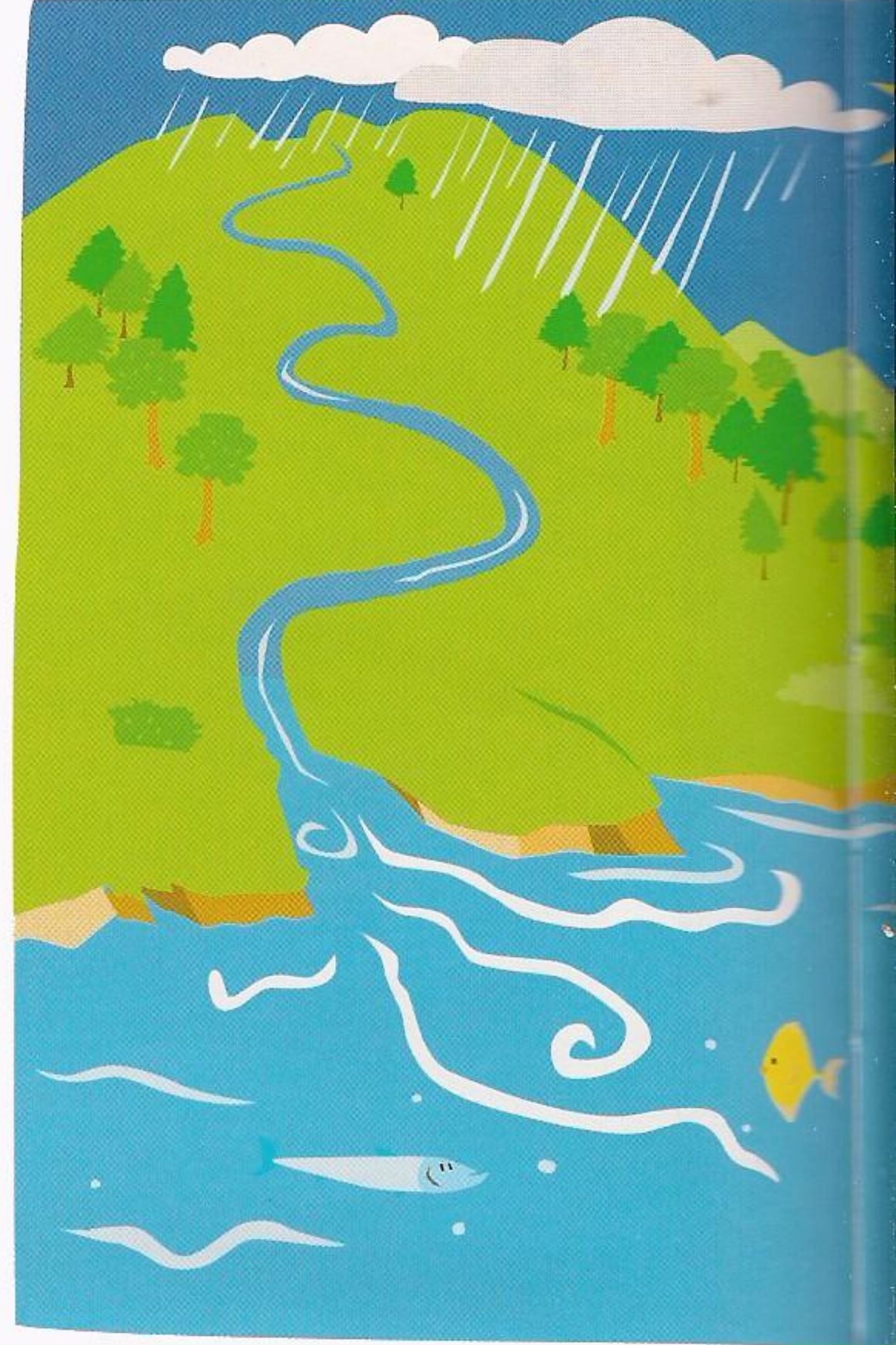
3 إسألْ راشداً أن يُضيءَ المِصباحَ ووجَّههُ فوقَ العُلْبِ مُباشرةً من مسافةٍ 5 سم. راقِبِ العُلْبَ لمدَّةٍ 5 دقائقَ لترى أثرَ ضوءِ المِصباحِ على الموادِ المُختلفةِ.

ماذا حدث؟

رَفَعِ المِصباحَ درجةَ الحرارةِ إلى نحوِ 75°س وسخَّن على مَهْلِ الموادِ الأربعةِ. تذكَّرْ أنَّ الماءَ يَغلي عندما تُسخَّنُهُ إلى 100°س. الزُّبْدَة والشوكولاتة والشَمعُ تذوبُ وتتحوَّلُ إلى مائعٍ كُلِّها عندما تُسخَّنُ برفقٍ على هذا النَّحوِ. نقولُ إنها ذابت. عندما تَبْرُدُ مُجدداً، تعودُ فتتحوَّلُ إلى جوامِد. فالذُّوبانُ تغيُّرٌ مؤقتٌ. السُّكَّرُ لا يتأثَّرُ بحرارةِ المِصباحِ فلا يَتغيَّرُ أبداً.

الغليان والتبخّر

بَلِّلْ مِندِيلَيْنِ قُطْنِيَيْنِ وَعَلِّقْهُمَا فِي الْخَارِجِ . عَلِّقْ أَحَدَهُمَا فِي مَوْضِعٍ مُشْمِسٍ دَافِئٍ وَعَلِّقِ الْآخَرَ فِي مَوْضِعٍ بَارِدٍ نَوْعًا . تَفَقَّدِ الْمِندِيلَيْنِ كُلَّ خَمْسِ دَقَائِقٍ لِتَرَى كَيْفَ يَجِفُّ كُلُّ مِنْهُمَا .



20

اللّوازم

- ◆ مِندِيلَانِ قُطْنِيَانِ
- ◆ بَقْعَةٌ مُشْمِسَةٌ أَوْ مَوْضِعٌ دَافِئٌ دَاخِلَ الْبَيْتِ
- ◆ مَوْضِعٌ بَارِدٌ نَوْعًا
- ◆ مَاءٌ

أَيُّ الْمِندِيلَيْنِ
يَكُونُ الْأَسْرَعُ
جَفَافًا؟

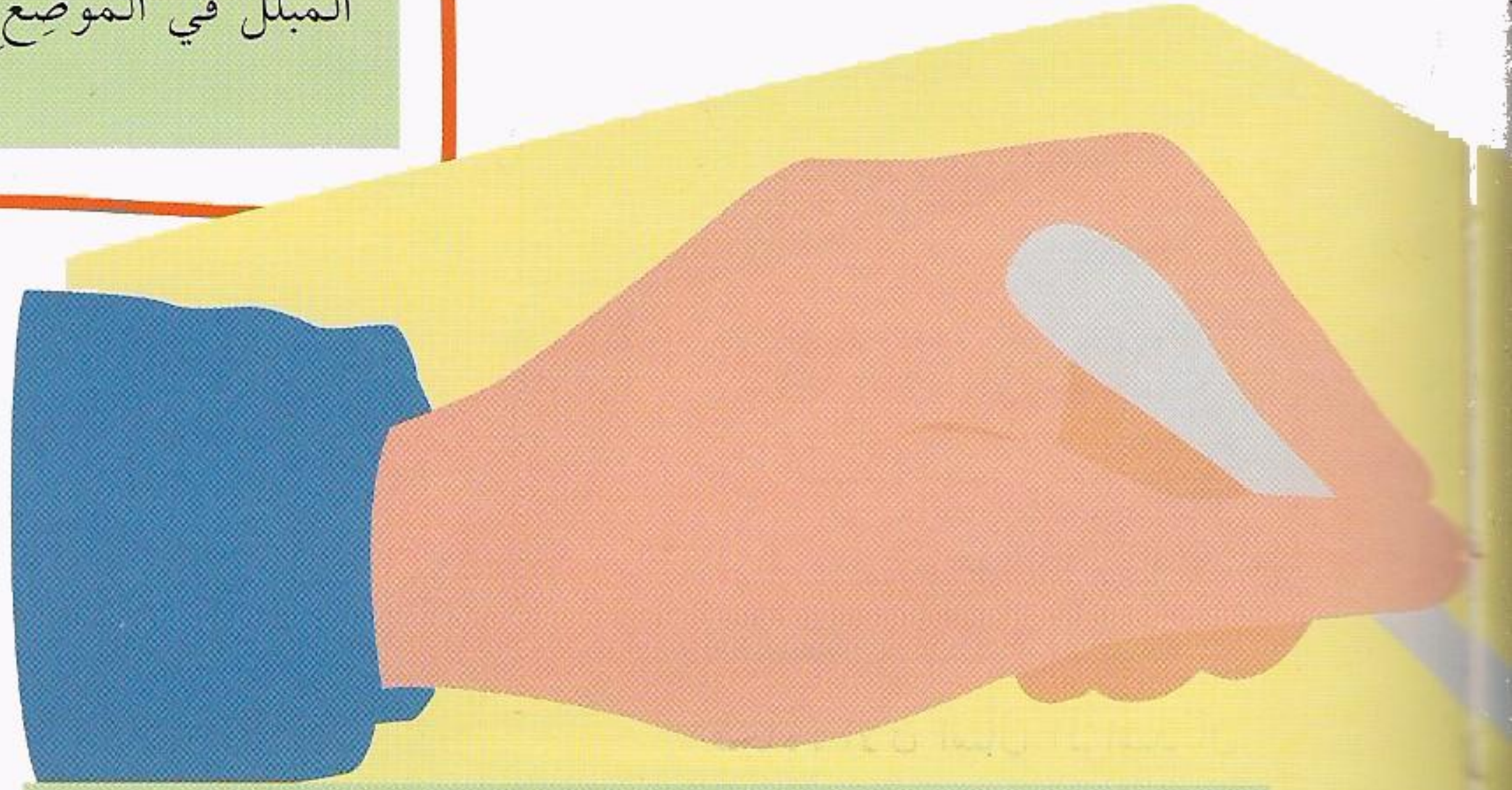
ماذا حَدَثَ ؟

أَغْلَبُ الظَّنِّ أَنَّكَ لَنْ تَنْدَهَشَ حِينَ تَرَى أَنَّ الْمِندِيلَ الْمُبَلَّلَ أَسْرَعُ جَفَافًا فِي الْمَوْضِعِ الدَّافِئِ مِنْهُ فِي الْمَوْضِعِ الْبَارِدِ نَوْعًا . لَكِنْ لِمَ يَحْدُثُ ذَلِكَ؟ إِذْ يَتَلَقَّى الْمَاءُ الْحَرَارَةَ مِنَ الْهَوَاءِ الْمُحِيطِ، فَإِنَّهُ يَتَحَوَّلُ إِلَى غَازٍ نُسَمِيهِ بُخَارَ مَاءٍ . عِنْدَمَا يَحْدُثُ ذَلِكَ، نَقُولُ إِنَّ الْمَاءَ قَدْ تَبَخَّرَ . وَكَلَّمَا ارْتَفَعَتْ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ كَانَ مُعَدَّلُ التَّبَخُّرِ أَسْرَعًا . لِذَا جَفَّ الْمِندِيلُ الْمُبَلَّلُ فِي الْمَوْضِعِ الدَّافِئِ فِي وَقْتٍ أَقْصَرَ لِأَنَّ الْمَاءَ هُنَاكَ أَسْرَعُ تَبَخَّرًا .



فولاذ مائع

يَتَحَوَّلُ الْفُولَادُ إِلَى مَائِعٍ عِنْدَ دَرَجَةِ حَرَارَةٍ تُقَارِبُ 1540° س . عِنْدَمَا يَحْدُثُ ذَلِكَ، يَتَوَهَّجُ بِلَوْنٍ أبيضٍ وَيَكُونُ وَزْنُهُ نَحْوَ ثَمَانِيَةِ أَضْعَافِ وَزْنِ كَمِّيَّةٍ مُمَائِلَةٍ مِنَ الْمَاءِ . هُنَا يُصَبُّ الْفُولَادُ الْمَائِعُ فِي قَوَالِبَ لِتَشْكَيلِ أَجْزَاءٍ مُحَرِّكَاتٍ .



ماذا حَدَثَ ؟

تَزْدَادُ دَرَجَةُ حَرَارَةِ الْجَلِيدِ هُبُوطًا عِنْدَ إِضَافَةِ الْمَلْحِ . الْخَلِيطُ دَاخِلَ الْفِنْجَانِ يَجْعَلُ سَطْحَهُ الْخَارِجِيَّ شَدِيدَ الْبُرُودَةِ . وَالْهَوَاءُ مِنْ حَوْلِنَا هُوَ غَازٌ يَحْتَوِي عَلَى بُخَارِ مَاءٍ مُحْلُولٍ فِيهِ . عِنْدَمَا يَمَسُّ بُخَارُ الْمَاءِ غَيْرَ الْمَرْتِيَّ هَذَا السَّطْحَ الْخَارِجِيَّ الْبَارِدَ لِلْفِنْجَانِ، يَتَكَثَّفُ - يَعْنِي أَنَّهُ يَتَحَوَّلُ إِلَى مَاءٍ سَائِلٍ . هَذَا الْمَاءُ السَّائِلُ يَتَجَمَّدُ فَوْرًا إِلَى جَلِيدٍ جَامِدٍ . عِنْدَمَا تَكْشِطُ شَيْئًا مِنَ الْجَلِيدِ بِمِلْعَقَةٍ، يَعُودُ فَيَدْفَأُ وَيَذُوبُ مُشْكَلًا مَاءً سَائِلًا .

حالة مُتغيِّرة

توجدُ المادَّةُ بأحدِ أشكالٍ ثلاثةٍ - جوامِدُ وسوائِلُ وغازاتٌ .
عندما نُسخِّنُ مادَّةً، نُغيِّرُ أحيانًا حالتها. الحرارةُ قد تُذيبُ
الجامِدَ فتُحوِّلهُ إلى سائلٍ أو قد تجعلُ السَّائلَ يَغلي مُشكَّلًا
غازًا. إنَّ هذا التَّوَعُّعَ من التَّحوُّلِ موقَّتٌ لأنَّ هبوطَ درجةِ
الحرارةِ يَعكِسُ التَّغيُّرَ. الغازاتُ تتكثَّفُ إلى سوائِلَ
والسَّوائِلُ تتجمَّدُ فتعودُ إلى حالتها الجامدةِ .

غاز

إلى سائل

إلى جامد

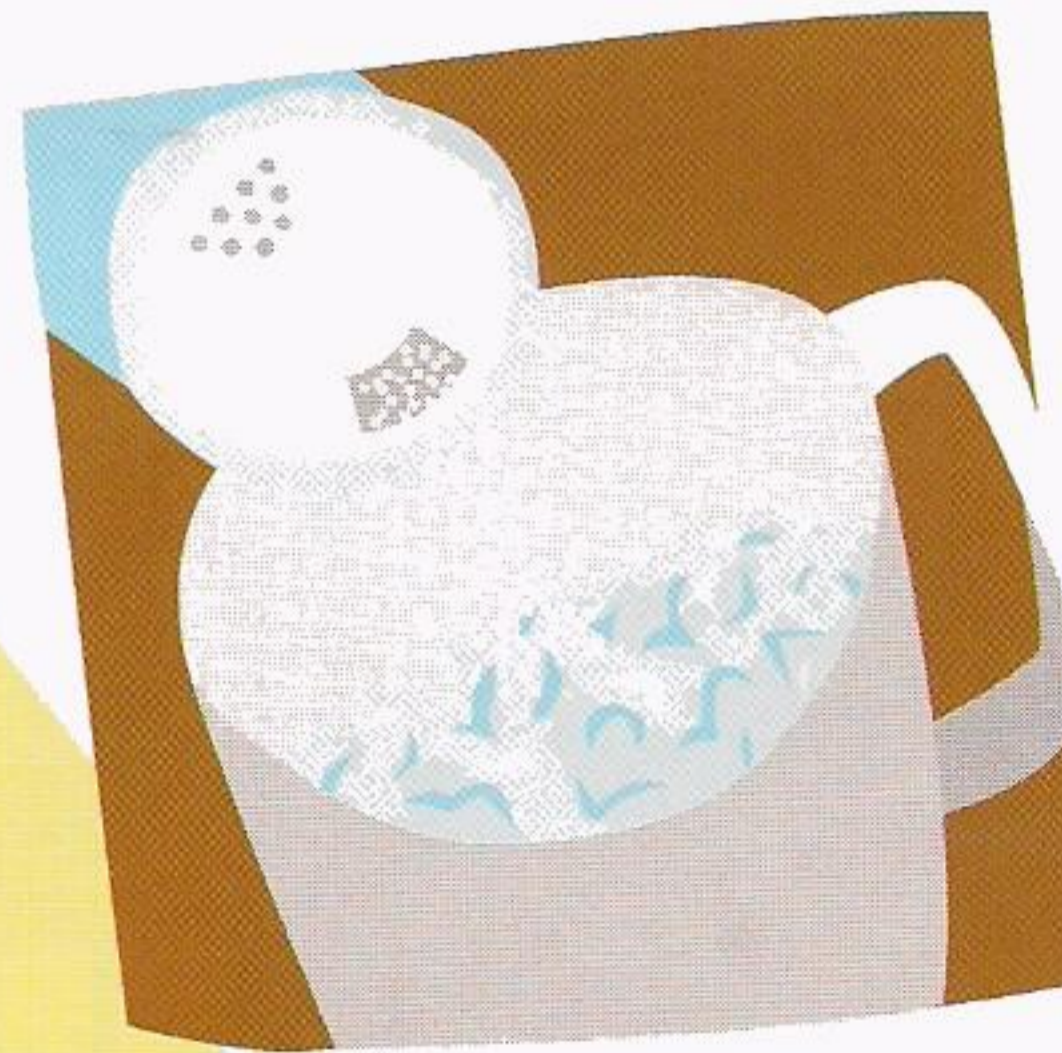
الهواءُ مملوءٌ ببُخارِ ماءٍ غيرِ مرئيٍّ .
بإمكانك أن تستخدمَ خليطَ تجميدٍ
لإحتباسِ الغازِ وتحويله إلى جليدٍ،
وهو ما تَقْدِرُ أن تَراهُ.



1 ضَعْ عَشْرَةَ مُكعَّباتِ جليدٍ
على طولِ أحدِ طَرَفَي المِنشَفَةِ
ولفِّ المِنشَفَةَ . اربِطْ كلاً من
طَرَفَي المِنشَفَةِ بِرباطٍ مِطاطيٍّ
وضَعها على سطحٍ ثابتٍ . الآنَ
اسحِقِ الجليدَ بِالْمِرْقاقِ .

30 اللُّوازمُ

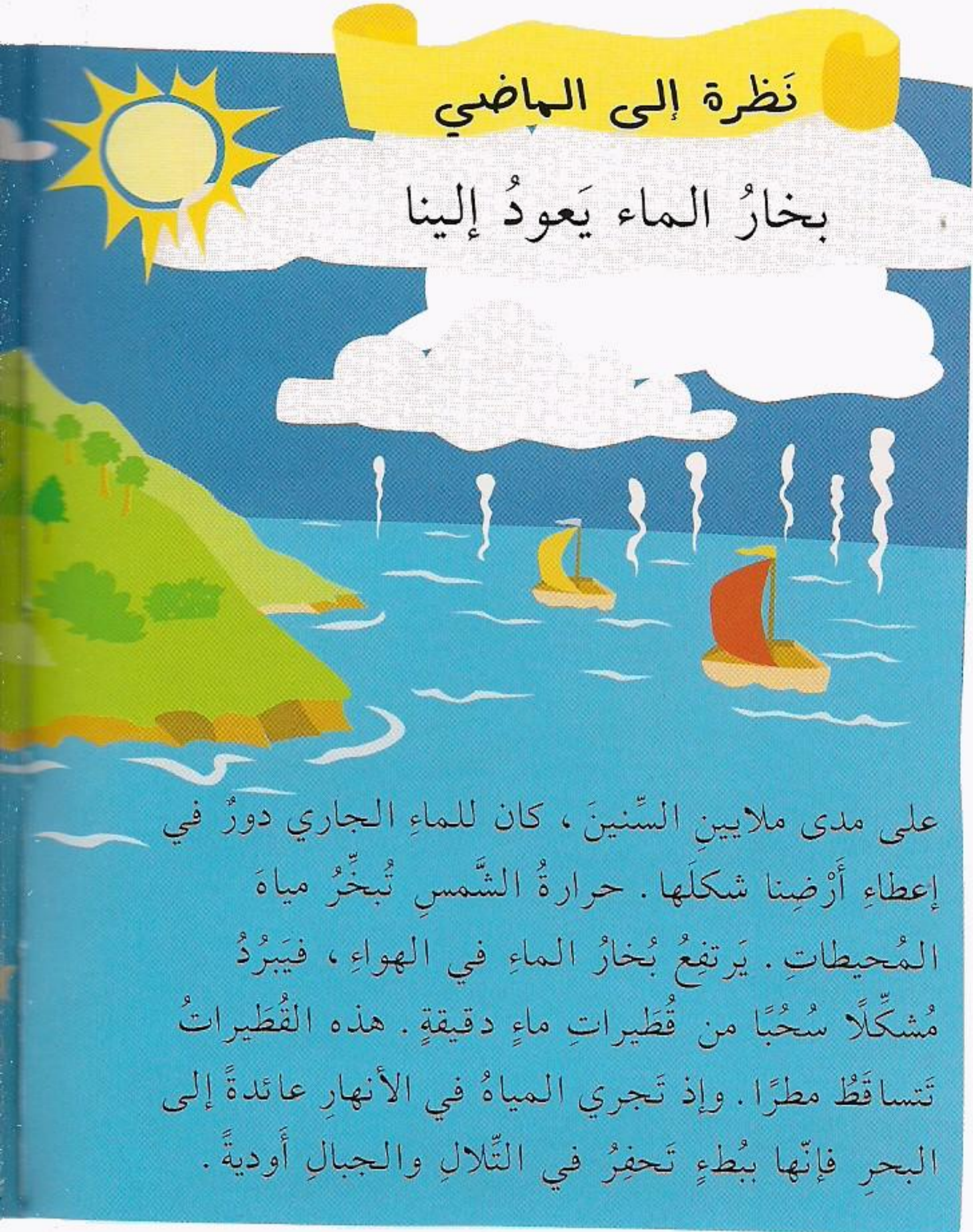
- ♦ جليد
- ♦ مَنشَفَةٌ
- ♦ رِباطانِ مِطاطيَّانِ
- ♦ مِرْقاق، شَوِيك
- ♦ فَنجانِ كَبيرِ قاتمِ اللُّونِ.
- ♦ مِلعَقَةٌ



2 اِمْلاِ الفَنجانَ إلى
نِصفِهِ بِالجليدِ المَسحوقِ .
أضِفْ نَحوَ رُبعِ فَنجانٍ من
المِلحِ . حَرِّكِ الخَلِيطَ ثمَّ اترُكِ
الفَنجانَ جانِبًا لِنَحوِ 20 دَقيقَةً .

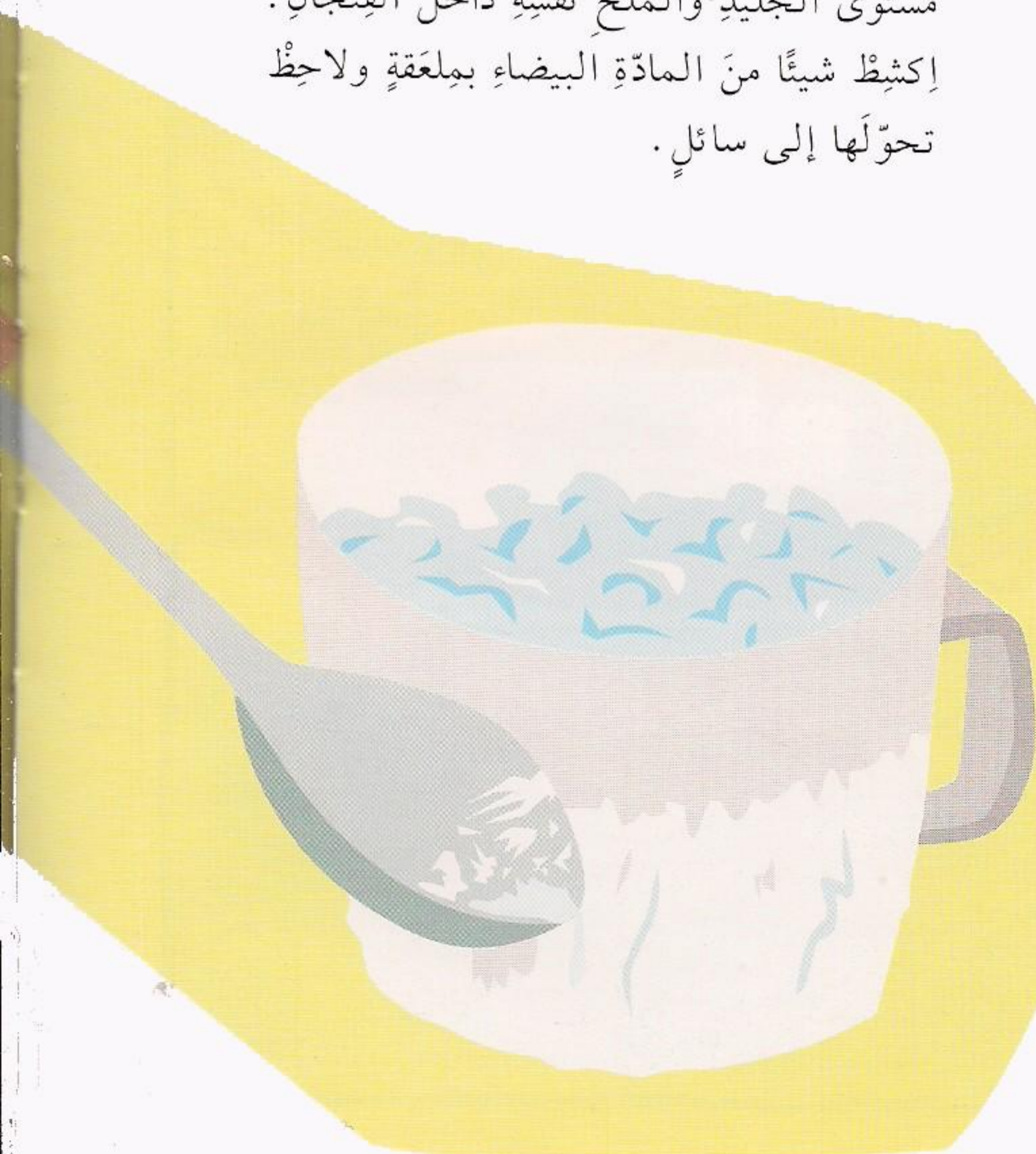
نَظرةٌ إلى البَاضي

بُخارُ المِماءِ يَعودُ إلينا



على مَدى مِلايينِ السَّنِينِ ، كانَ للمِماءِ الجاري دورٌ في
إِعطائِ أَرْضِنا شَكلها . حرارةُ الشَّمسِ تُبَخِّرُ مِماءَ
المُحيطاتِ . يَرتَفِعُ بُخارُ المِماءِ في الهِواءِ ، فيَبْرُدُ
مُشكَّلًا سُحُبًا من قُطيراتِ ماءٍ دَقيقَةٍ . هذه القُطيراتُ
تَساقُطُ مِطْرًا . وإذ تَجرى المِماءُ في الأَنهارِ عائِدَةً إلى
البحرِ فإنَّها بِبطءٍ تَحفِرُ في التَّلالِ والجِبالِ أودِيَةً .

3 سَتَرى أَنَّ مادَّةً بيضاءَ جامدةً قد تَشكَّلتِ على
السَّطحِ الخارجيِّ للفَنجانِ ، وأنَّها قد وَصَلتِ إلى
مُستوى الجليدِ والمِلحِ نِفسِهِ داخلَ الفَنجانِ .
اِكشِطْ شَيئًا من المادَّةِ البِضاءِ بِمِلعَقَةٍ ولاحِظْ
تَحوُّلها إلى سائِلٍ .



إخْبِرْ نَمُودَجًا

قُولِبْ بَعْضًا مِنْ مَعْجُونِ التَّشْكِيلِ الصَّالِحِ لِلخَبزِ إِلَى نَمُودَجٍ تَخْتَارُهُ. فَكَّرْ فِي مَا سَيَكُونُ عَلَيْهِ شَكْلُ ذَلِكَ النَّمُودَجِ وَمَا سَيَكُونُ مَلْمَسُهُ. ثُمَّ اسأَلْ رَاشِدًا أَنْ يَتَّبِعَ التَّعْلِيمَاتِ الَّتِي تَكُونُ عَلَى عُلْبَةِ المَعْجُونِ وَيَخْبِزِ النَّمُودَجَ فِي الفُرْنِ. أَتْرُكُهُ يَبْرُدُ. كَيْفَ يَبْدُو لَكَ شَكْلُهُ الآنَ وَمَا مَلْمَسُهُ؟

ما التَّغْيِيرَاتِ الَّتِي حَدَثَتْ عِنْدَمَا خَبَزْتَ المَعْجُونُ؟



ماذا حَدَثَ؟

مَعْجُونُ التَّشْكِيلِ طَرِيٌّ وَيَسْهُلُ ضَغْطُهُ وَتَشْكِيلُهُ. فَهُوَ يَحْتَوِي عَلَى جُسَيْمَاتٍ طَوِيلَةٍ رَقِيقَةٍ يَنْزَلِقُ بَعْضُهَا عَلَى بَعْضٍ عِنْدَمَا تَضْغَطُهُ. لَكِنْ عِنْدَ خَبزِ المَعْجُونِ، تَتَشَكَّلُ بَيْنَ الجُسَيْمَاتِ وَصَلَاتٌ دَائِمَةٌ، تَمْنَعُ انزِلاقَهَا وَحَرَكَتَهَا الحُرَّةَ. وَلِهَذَا يُصْبِحُ المَعْجُونُ المَخْبُوزُ صُلْبًا.

15

اللَّوْازِمُ

- مَعْجُونُ تَشْكِيلِ صَالِحٍ لِلخَبزِ
- فُرْنٌ

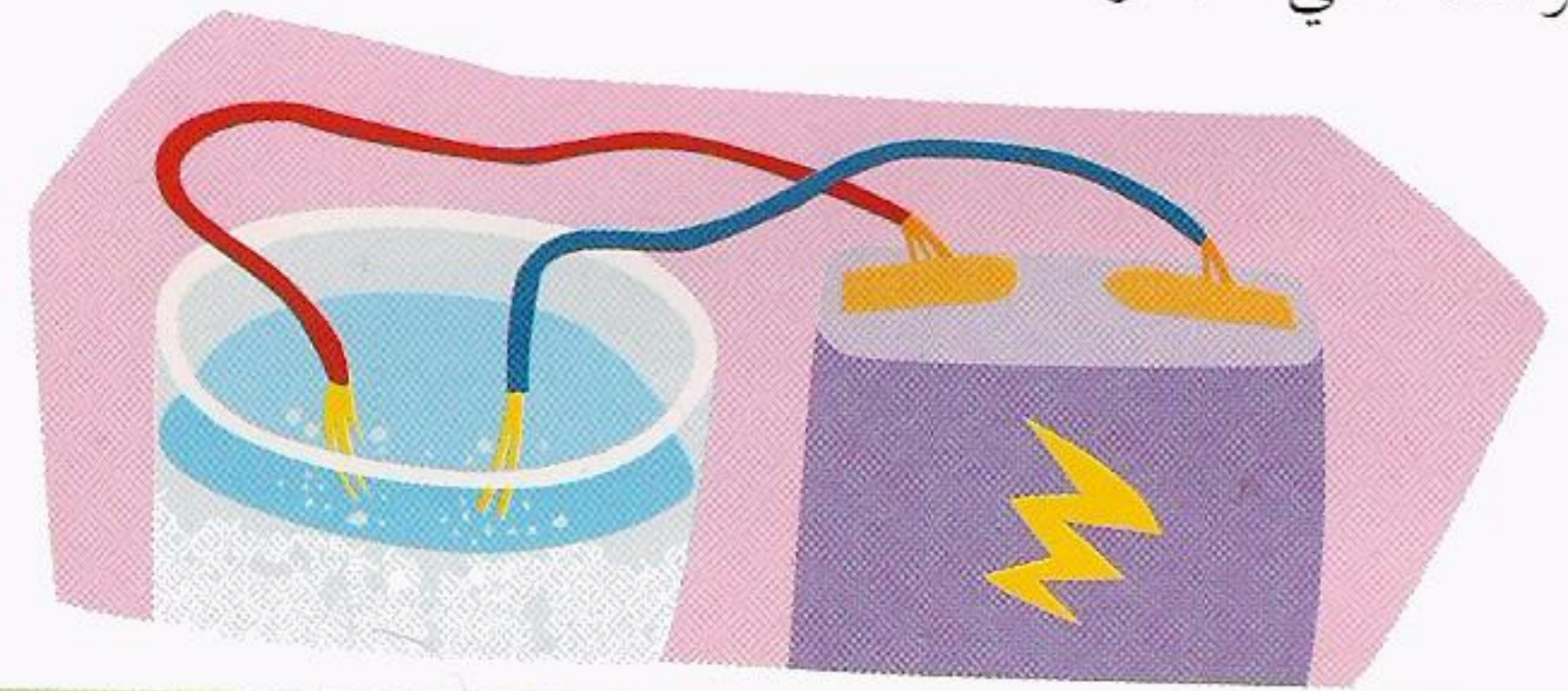
تأثير كهربائي

إِسأَلْ رَاشِدًا أَنْ يُعَرِّيَ طَرَفِي كُلِّ مِنَ السِّلْكَيْنِ. إِسأَلْهُ أَنْ يَصِلَ طَرَفًا وَاحِدًا مِنْ كُلِّ سِلْكٍ بِالْبَطَّارِيَّةِ وَأَنْ يُغَطِّسَ الطَّرْفَ الأَخَرَ فِي مَاءٍ مِلْحِيٍّ. لَاحِظْ مَا يَحْدُثُ لِلسِّلْكَيْنِ. هَلْ تَعْرِفُ الرَّائِحَةَ الَّتِي تَصْدُرُ؟

20

اللَّوْازِمُ

- بَطَّارِيَّةٌ 4,5 ف أو 6 ف
- سِلْكَانِ مَعزُولَانِ (مُغْلَفَانِ بِيلاسْتِيكٍ) قِيَّاسُ كُلِّ مِنْهُمَا 20 سم.
- مِلْحٌ
- كُوبٌ پِلَاسْتِيكِيٌّ شَفَّافٌ مِنَ المَاءِ



ماذا حَدَثَ؟

تُحَوَّلُ الكَهْرَبَاءُ جُزْءًا مِنْ مَحْلُولِ المِلْحِ إِلَى غَازٍ، مِمَّا يُطْلَقُ فِقَاقِيعَ. هَذَا الغَازُ يُسَمَّى الكُلُورَ. تَشُمُّ رَائِحَةَ الكُلُورِ فِي أَحْوَاضِ السَّبَاحَةِ حَيْثُ يُسْتَعْمَدُ لَتَعْقِيمِ المَاءِ.



تفاعل كيميائي

هَاتَانِ الفَتَاتَانِ تَدْرُسَانِ التَّفَاعُلَاتِ الكِيمَاوِيَّةَ الَّتِي تَجْعَلُ المَادَّةَ تَتَغَيَّرُ تَغْيِيرًا دَائِمًا. المَوَادُّ الَّتِي بَدَأَتْ بِهَا العَمَلُ تُسَمَّى مَوَادِّ مُتَفَاعِلَةٌ. بَعْدَ أَنْ تَتَغَيَّرَ المَوَادُّ المُتَفَاعِلَةُ، تُشَكَّلُ مَوَادُّ جَدِيدَةٌ تُسَمَّى مَوَادِّ مُنْتَجَةٌ.

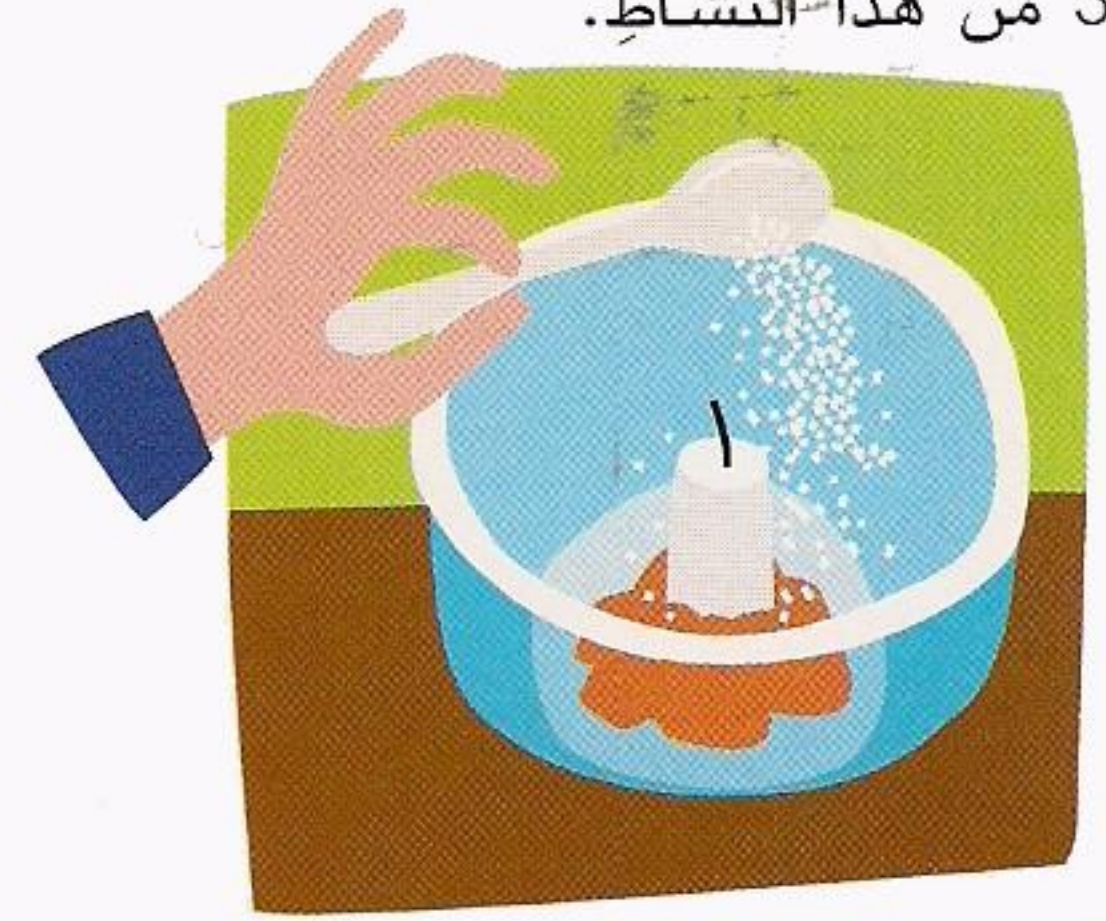
تَغْيِرات دائِمة

كما رأينا في الصفحتين 20 و 21، بعض التَغْيِراتِ مؤقتةٌ وَيَسْهُلُ عَكْسُها. على سبيلِ المِثالِ، الشوكولاتة تَذوبُ عند التَّسخينِ لكنَّها تَعوَدُ بعد أن تَبْرُدَ فَتَتَحَوَّلُ إلى جامدٍ. لكن من التَغْيِراتِ الأخرى ما يَكونُ دائِماً لا يُعَكَسُ. على سبيلِ المِثالِ، إنَّ غَلْيَ بِيضَةِ يُغَيِّرُها على نحوٍ دائِمْ. لإحداثِ تَغْيِراتٍ دائِمةٍ طُرُقٌ رَئيسِيَّةٌ ثلاثٌ - خَلْطُ المِوادِّ مَعًا، أو تَسخينُ المِوادِّ، أو إمرارُ الكَهْرَباءِ فيها.

إِخْلِطْ لَتَغْيِرْ



إنَّ خَلْطَ الخَلِّ وبيكربوناتِ الصُّودا مَعًا يولِّدُ غازَ ثاني أكسيدِ الكربونِ، وهو غازٌ يُطْفِئُ لَهَبَ النَّارِ. عليك أن تَطْلُبَ مُساعِدَةَ راشِدٍ في الخُطوتِينِ 2 و 3 من هذا النِّشاطِ.



1 اِستخدِمِ مَعجونَ التَّشكيلِ لِتثبيتِ الشَّمْعَةِ في وَسَطِ الطَّاسِ. ضَعْ حِوْلَ الشَّمْعَةِ خَمْسَ مِلاعِقَ مُسَطَّحةٍ من بيكربوناتِ الصُّودا.



2 إِسألْ راشِداً أن يُشْعِلَ الشَّمْعَةَ، ثمَّ أن يَصَبَّ الخَلَّ في داخلِ الطَّاسِ، مُتَجَنِّباً اللَّهَبَ. لِاحِظْ كيف يُزِيدُ السَّائِلُ والمَسحوقُ إذ يَمْتزِجانِ.

15 اللُّوازمُ

- ♦ بيكربوناتِ الصُّودا
- ♦ طاسٌ صامِدٌ للحرارةِ
- ♦ شَمْعَةٌ قَصِيْرَةٌ
- ♦ خَلٌّ
- ♦ مَعجونٌ تَشكيلِ
- ♦ مِلاعِقَةٌ



3 إِسألِ الرَّاشِدَ أن يَتَوَقَّفَ عن صَبِّ الخَلِّ عندما يَصِلُ الرِّبْدُ، أو الرَّرْغُوةُ، إلى مُنتَصَفِ الشَّمْعَةِ. سَتَنْظِفُ الشَّمْعَةُ فجأةً. الآنَ اسأَلِ الرَّاشِدَ أن يُحاوِلَ إِشعالَ الشَّمْعَةِ ثانيةً.

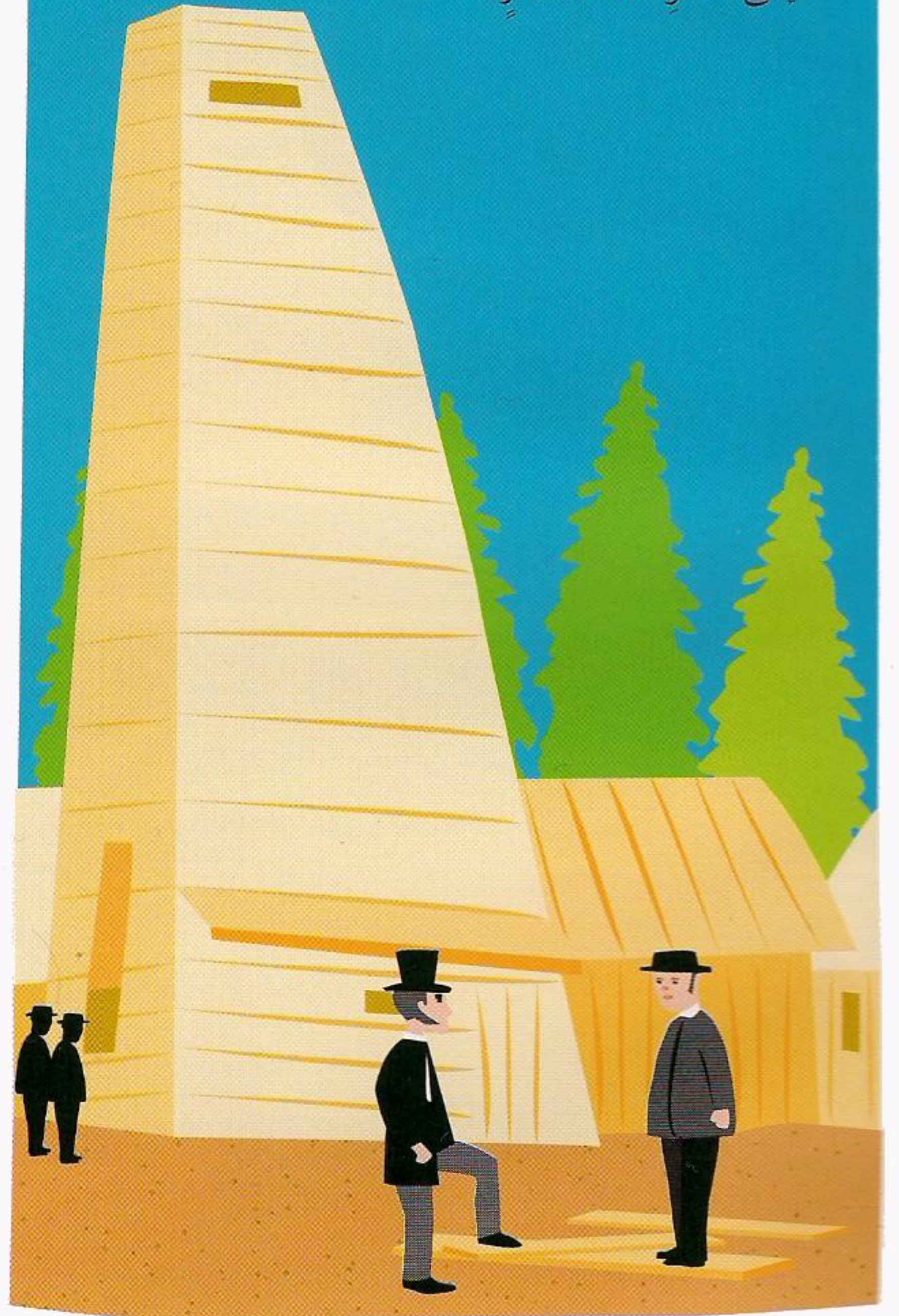
ماذا حَدَثَ؟

حَدَثَ تَغْيِرٌ دائِمْ عندما مُزِجَتِ بيكربوناتُ الصُّودا والخَلُّ مَعًا. جُسيماتُ هَديِنِ المادَّتينِ اتَّحدَتِ بِطريقةٍ مُختلفَةٍ مُشكَلَةً موادَّ جديدةً. إحدى هذه المِوادِّ هو غازُ نُسْمِيهِ ثاني أكسيدِ الكربونِ، وهو الذي يَتَسبَّبُ بِجَعْلِ المِزيجِ يُزِيدُ. هذا الغازُ أَثْقَلُ منِ الهِواءِ. ومعَ أنَّكَ لا تَراهُ، فإنَّه يَمَلَأُ الطَّاسَ وَيُطْفِئُ اللَّهَبَ. يُستخدَمُ غازُ ثاني أكسيدِ الكربونِ في العَديدِ من أنواعِ مَطافِئِ النَّارِ.

نظرة إلى الماضي

التنقيب عن البترول

تُستخدمُ السَّيَّاراتُ الصَّغِيرَةُ والشَّاحَنَاتُ على أنواعِها والسُّفُنُ والطَّائِرَاتُ وَقَدًا سَائِلَةً مُسْتَخْرَجَةً مِنَ النَّقْطِ الخَامِ. هذا السَّائِلُ الزَّيْتِيُّ الأَسْوَدُ يُسْتَخْرَجُ من أَمَاكِنَ عميقةٍ في باطنِ الأَرْضِ. أولُ بئرٍ نَقِطَ حَقْرَهُ إِذُونُ دَرِيكَ في العام 1859 في ولايةِ بِنْسِلْفَانِيَا الأَمِيرِكِيَّةِ. وقد عَثَرَ على النَّقْطِ في عُمُقٍ 23 مِترًا فقط. آبارُ النَّقْطِ اليَوْمِ يَصِلُ عُمُقُهَا إلى نحوِ 5000 مِترٍ.



مقاومة النار بالرغاوة

يُرْسَى هَوْلَاءُ الإِطْفَائِيَّوْنَ وَقَوَدَ طَائِرَةٌ مُحْتَرِقَةٌ بِالرُّغَاوَةِ. الرُّغَاوَةُ تُهْدِي النَّارَ وتُبْرِّدُ الوَقُودَ. تَحْتَوِي فِقَاقِيْعُ الرُّغَاوَةِ على غازِ ثَانِي أكْسِيدِ الكَرْبُونِ ومَوَادِّ كِيمَاوِيَّةٍ أُخْرَى. وهذه تُسَاعِدُ على مَنَعِ الأكْسِجِينِ مِنَ الوُصُولِ إلى الوَقُودِ.

نظرة فاحصة إلى اللهب

إِسْأَلُ رَاشِدًا أَنْ يُشْعِلَ لَكَ شَمْعَةً. أَنْظُرْ بِأَنَاءَةٍ، لَكِن لَيْسَ عَن قُرْبٍ، لِتَرَى أَجْزَاءَ اللَّهَبِ.

اللوازم

• شَمْعَةٌ (بَطُولُ 5 سَم)

5

لِمَ يَكُونُ
لِلَّهَبِ أَلْوَانٌ
مُخْتَلِفَةٌ؟



ماذا حدث؟

تُذِيبُ حَرَارَةُ اللَّهَبِ الشَّمْعَ قَرَبَ قَاعِدَةِ الفَتِيلِ. هذا الشَّمْعُ الذَّائِبُ يَتَصَاعَدُ في الفَتِيلِ ومنه إلى اللَّهَبِ. الشَّمْعُ على الجُزءِ المُحْتَرِقِ مِنَ الفَتِيلِ يَتَحَوَّلُ بِفِعْلِ الحَرَارَةِ إلى غازٍ. بُخَارُ الشَّمْعِ هذا يَمْتَرِجُ بِالهَوَاءِ وَيَحْتَرِقُ - مَوْلِدًا الجُزءِ الأَزْرَقَ مِنَ اللَّهَبِ. يَرْتَفِعُ مَزِيجُ الشَّمْعِ والهَوَاءِ عِنْدئذٍ إلى وَسَطِ اللَّهَبِ، حيثُ تَتَوَهَّجُ جُسِيمَاتُ كَرْبُونٍ يُطَلِّقُهَا الشَّمْعُ المُحْتَرِقُ بِضَوْءٍ أَصْفَرٍ.



الإحتراق

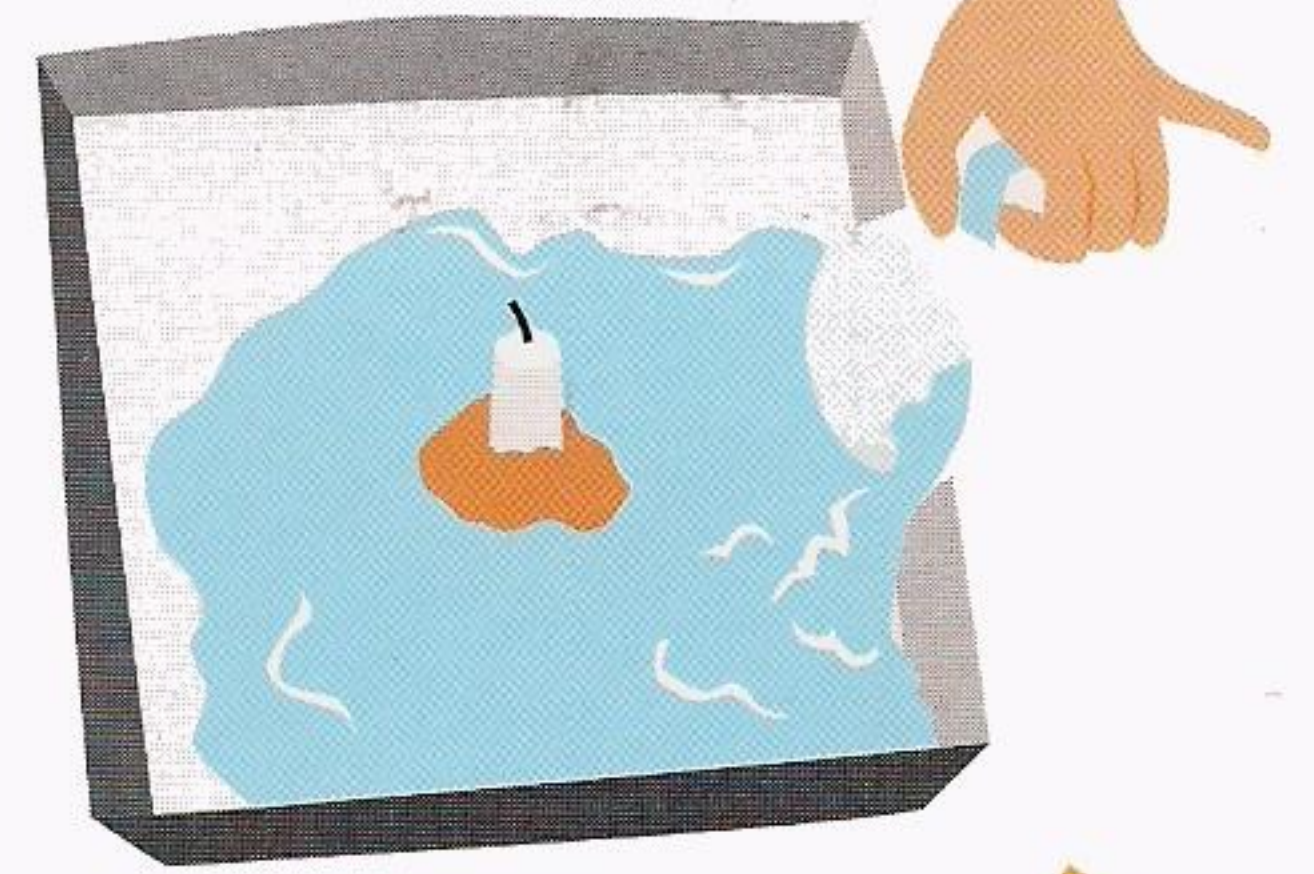


لإحداثِ احْتِرَاقٍ ، يَلْزَمُكَ وَقُودٌ وَهَوَاءٌ . الوَقُودُ قد يكونُ جامدًا ، مثلَ الخَشَبِ والفَحْمِ الحَجْرِيِّ ، أو سائلاً ، مثلَ البترولِ وزيتِ الِپَرافِينِ . عندَ احْتِرَاقِ الوَقُودِ ، يَمْتَرِجُ بِأَكْسِجِينِ الهَوَاءِ وَيَحْدُثُ تَغْيِيرٌ دَائِمٌ ، يَتَوَلَّدُ عنه حرارَةٌ . قبلَ أن يكونَ بالإمكانِ أن تَحْتَرِقَ الوُقُودُ الصُّلْبَةُ بِسرعةٍ ، يَنْبَغِي أن تَتَحَوَّلَ إلى غازاتٍ . يُوَلَّدُ العديدُ من أنواعِ الوُقُودِ الشَّائِعَةِ عندَ احْتِرَاقِها غازَ ثاني أكسيدِ الكربونِ وبُخارَ الماءِ .

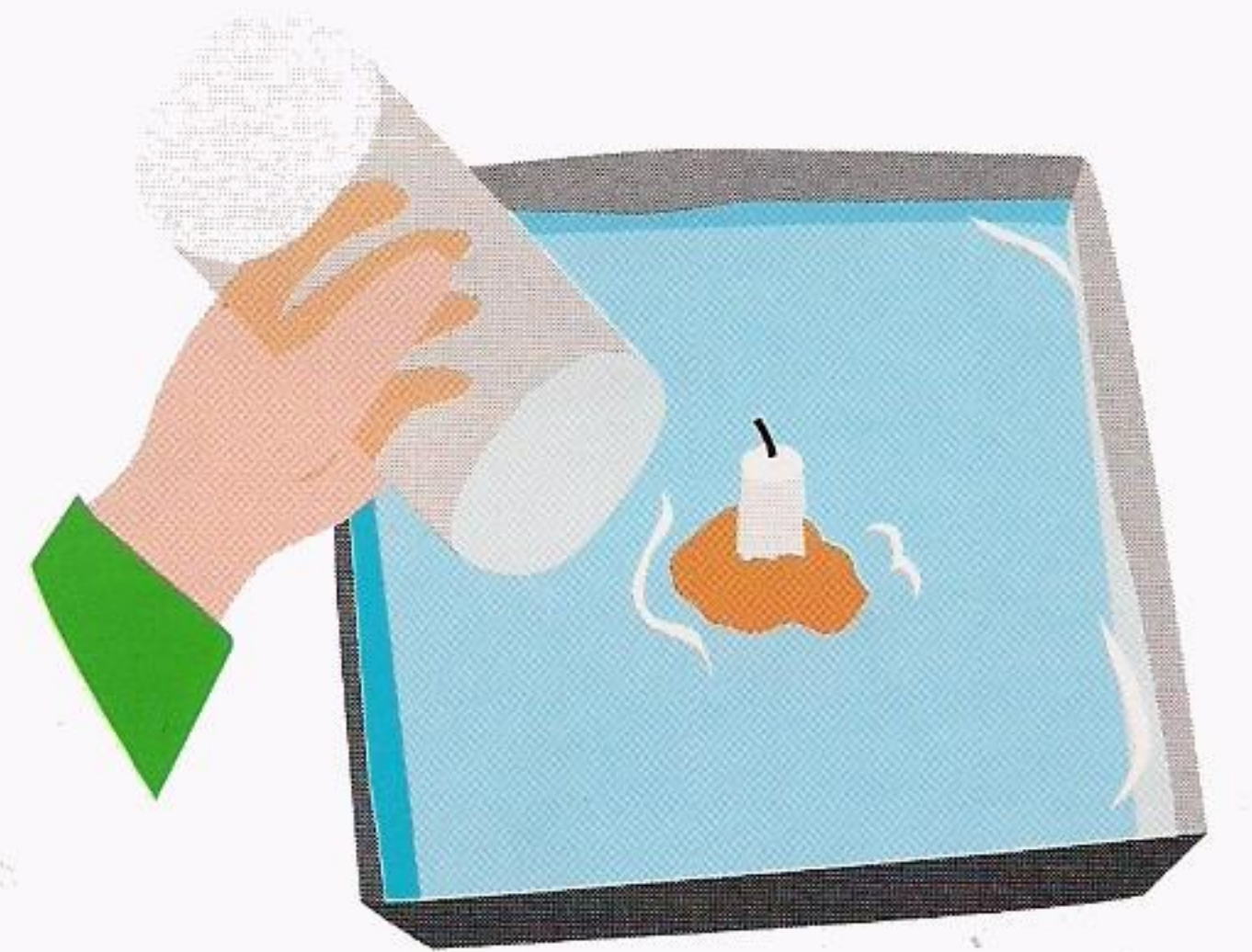
هواء و نار



تَعْرِفُ كيفَ أن ألسِنَةَ اللَّهَبِ تَحْتَاجُ في احْتِرَاقِها إلى الهَوَاءِ ، وراقِبْ كيفَ أنَّها تَسْتَهْلِكُ جانِبًا منه . إسألْ راشداً أن يَقُومَ أمامَكَ بهذه التَّجْرِبَةِ .



1 استخدِمِ مَعْجُونُ تَشْكِيلٍ لِتَثْبِيتِ الشَّمْعَةِ في وَسَطِ الصِّينِيَّةِ . صَبِّ ماءً في الصِّينِيَّةِ إلى ارتفاعِ نحوِ 2 سم .



2 إسألْ راشداً أن يُشْعِلَ الشَّمْعَةَ ثمَّ أن يُعْطِيها بِالْمَرَطَبانِ الزُّجَاجِيِّ . يَنْبَغِي أن تكونَ حافَّةُ المَرَطَبانِ تحتِ الماءِ ، مُسْتَقَرَّةً على قاعِ الصِّينِيَّةِ .

20

اللّوازم

- ♦ شَمْعَةٌ (بطول 5 سم)
- ♦ صِينِيَّةٌ شَيِّ مَعْدِنِيَّةٌ
- ♦ مَرَطَبانِ (بَرطمان) زُّجَاجِيّ طَوِيل
- ♦ ماء
- ♦ مَعْجُونُ تَشْكِيلٍ

3 راقِبْ لَهَبَ الشَّمْعَةِ

بانتباهٍ حالَ تَثْبِيتِ المَرَطَبانِ في مَوْضِعِهِ . ماذا يَحْدُثُ لِمُسْتَوَى الماءِ داخلَ المَرَطَبانِ ؟

ماذا حَدَثَ ؟

سَتَرى مُستوى الماءِ في المَرَطَبانِ يَرتَفِعُ . وهو يَرتَفِعُ لِيَحِلَّ مَحَلَّ الأَكْسِجِينِ الذي اسْتَهْلَكَهُ لَهَبُ الشَّمْعَةِ . وحالما يَنْفَدُ الأَكْسِجِينُ ، تَنْطَفِئُ الشَّمْعَةُ . لا يَزَالُ في المَرَطَبانِ هَوَاءٌ ، لكنَّ مُعْظَمَهُ الآنَ من غازِ نُسْمِيهِ التَّروِجِينِ . لا يُمكنُ أن تَحْتَرِقَ الوُقُودُ بوجودِ التَّروِجِينِ وحدهُ .

أي جسيمات تربة تمر عبر الثقوب الدقيقة؟

ثقوب أصغر

ضع في الكوب قليلاً من التربة. استخدم الرباط المطاطي لتثبيت ورقة الألمنيوم حول حافة الكوب، ثم اثقب في ورقة الألمنيوم بالإبرة ثقوباً دقيقة. إقلب الكوب رأساً على عقب ثم هزه برفق. انظر بتدقيق إلى الجسيمات التي تسقط على الورقة.



اللوازم

- ♦ ورقة بيضاء
- ♦ كوب بلاستيكي شفاف
- ♦ تربة جافة
- ♦ ورق الألمنيوم
- ♦ رباط مطاطي
- ♦ إبرة رفيعة جداً

15

ماذا حدث؟

قُطِر ثقوب ورق الألمنيوم أقل بكثير من 1 مم. جسيمات الطين الصلصالي هي عادة الجزء الوحيد من التربة الذي يكون من الصغر بحيث يمر عبر مثل هذه الثقوب. وتبدو هذه الجسيمات على الورقة على شكل أثر من غبار. وأنت تحتاج إلى ميكروسكوب قوي لترى جسيماً صلصالياً مفرداً.

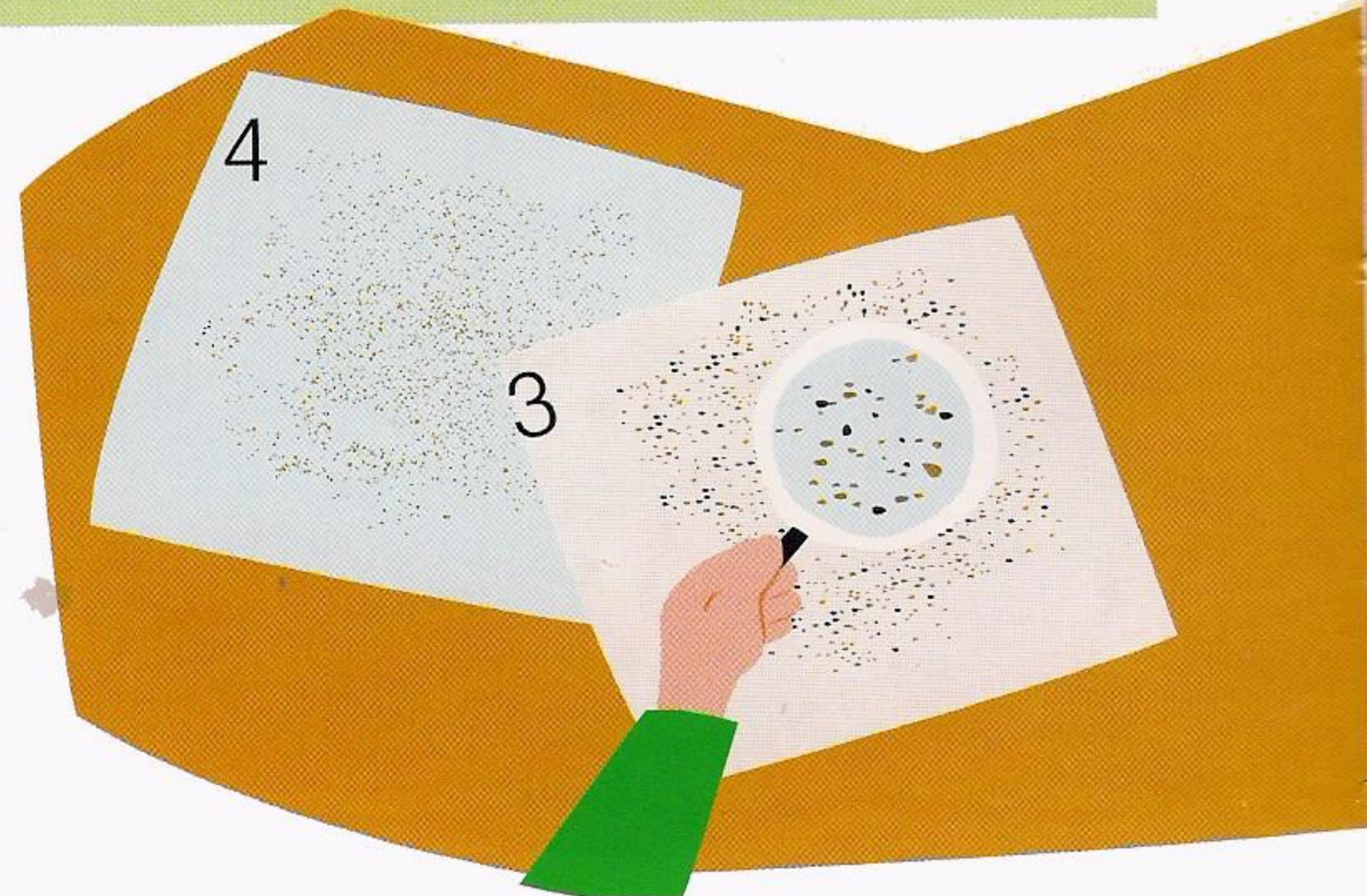
ماذا حدث؟

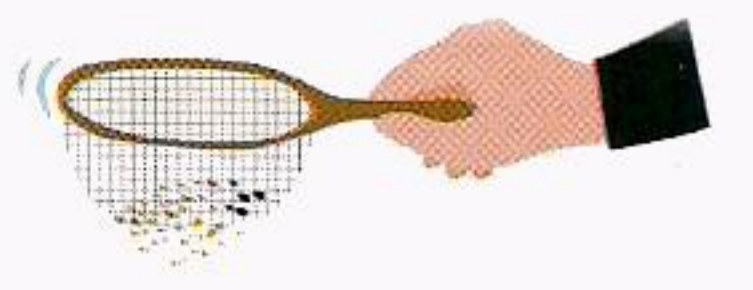
ثقوب المصفاة قُطِرها نحو 4 مم. ولا تمر عبر ثقوبها إلا الجسيمات التي يقل قُطِرها عن ذلك. المنخل يفصل الجسيمات التي يقل قُطِرها عن 4 مم. إن ثقوبه بقُطِر 1 مم. فالجسيمات التي تبقى في المنخل هي تلك التي يزيد قُطِرها على 1 مم ويقل عن 4 مم. الجسيمات التي تمر عبر الثقوب هي تلك التي يقل قُطِرها عن 1 مم. الورقة 1 عليها أكبر الجسيمات والورقة 4 عليها أصغرهما.



تنفس هواء نقي

غبار الخشب الصادر عن مكينات الصنفرة الرملية يمكن أن يضر بالرئتين. هذان الرجلان يلبسان أقنعة واقية مصنوعة من ألياف الورق أو القطن. الأقنعة تعمل عمل منخل دقيق للغاية. الفجوات بين الألياف هي من الإتساع بحيث تسمح بمرور الهواء بحرية، لكنها من الصغر بحيث تمنع جسيمات غبار الخشب من اجتياز القناع.





نَظرة إلى الماضي

غَرَبَلَةُ الدَّقِيقِ

كانت حبوبُ القمح تُطحنُ في الماضي بين قُرصينِ حَجَرِيَّينِ يَدُورُ الواحدُ منهما عكسَ اتِّجاهِ الآخرِ وتُسَمِّيهِما حَجَرِي الرَّحَى . منذ نحو 120 عامًا بدأ الطَّحَّانُونَ في المَجَرِ وسويسرا بِاستِخدامِ دَحَارِيحٍ أُسْطُوَانِيَّةٍ لَطْحِنِ الحبوبِ . وكانوا يُمرِّرونَ الدَّقِيقَ على عَشْرَةِ غَرابِيلٍ مُرَكَّزَةٍ واحداً فوق الآخرِ . وتختلفُ فَتْحَةُ ثُقُوبِ كُلِّ منها عن الآخرِ . وبهذه الطَّريقَةِ كانوا قادرينَ على أَن يَحْصُلُوا على دَرَجَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنَ الدَّقِيقِ .



غَرَبَلَةُ الجِوَامِدِ

بإمكاننا أحياناً أن نَفْصِلَ الخلائِطَ بِالغَرَبَلَةِ . يَصْلُحُ ذلكَ عندما يَحْتَوِي الخليطُ جِوَامِدَ من أَحجامٍ مُخْتَلِفَةٍ . على سبيلِ المِثَالِ ، بإمكاننا أن نُغْرِبِلَ التُّرْبَةَ لِأَنَّها خليطٌ من جِوَامِدِ مِثْلِ الرَّمْلِ وَالطِّينِ الصَّلْصَالِيِّ وَالدُّبَالِ . الجُسيماتُ الأَكْبَرُ تَتَخَلَّفُ في الغَرَبالِ بينما الجُسيماتُ الأصغرُ تَمُرُّ عبرِ ثُقُوبِ الغَرَبالِ وتَتَجَمَّعُ تحتَهُ .

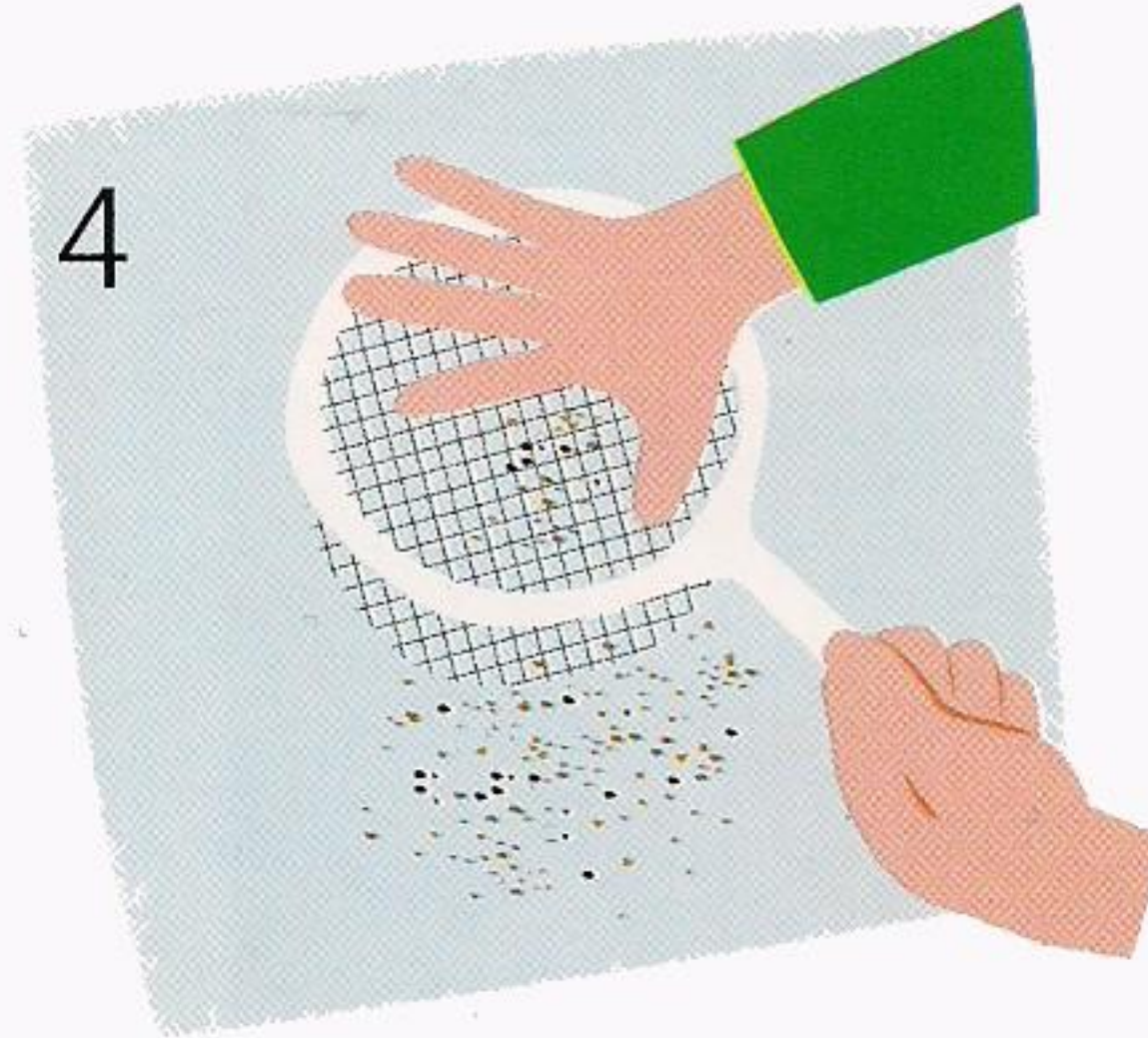
فَصْلُ التُّرْبَةِ

إِستِخدامُ نِوعَيْنِ مِنَ الغَرابِيلِ لِفَرزِ تُّرْبَةٍ إلى أربعةِ أَكْوامٍ من جُسيماتٍ مُخْتَلِفَةِ الحِجْمِ .

25 اللّوآزم

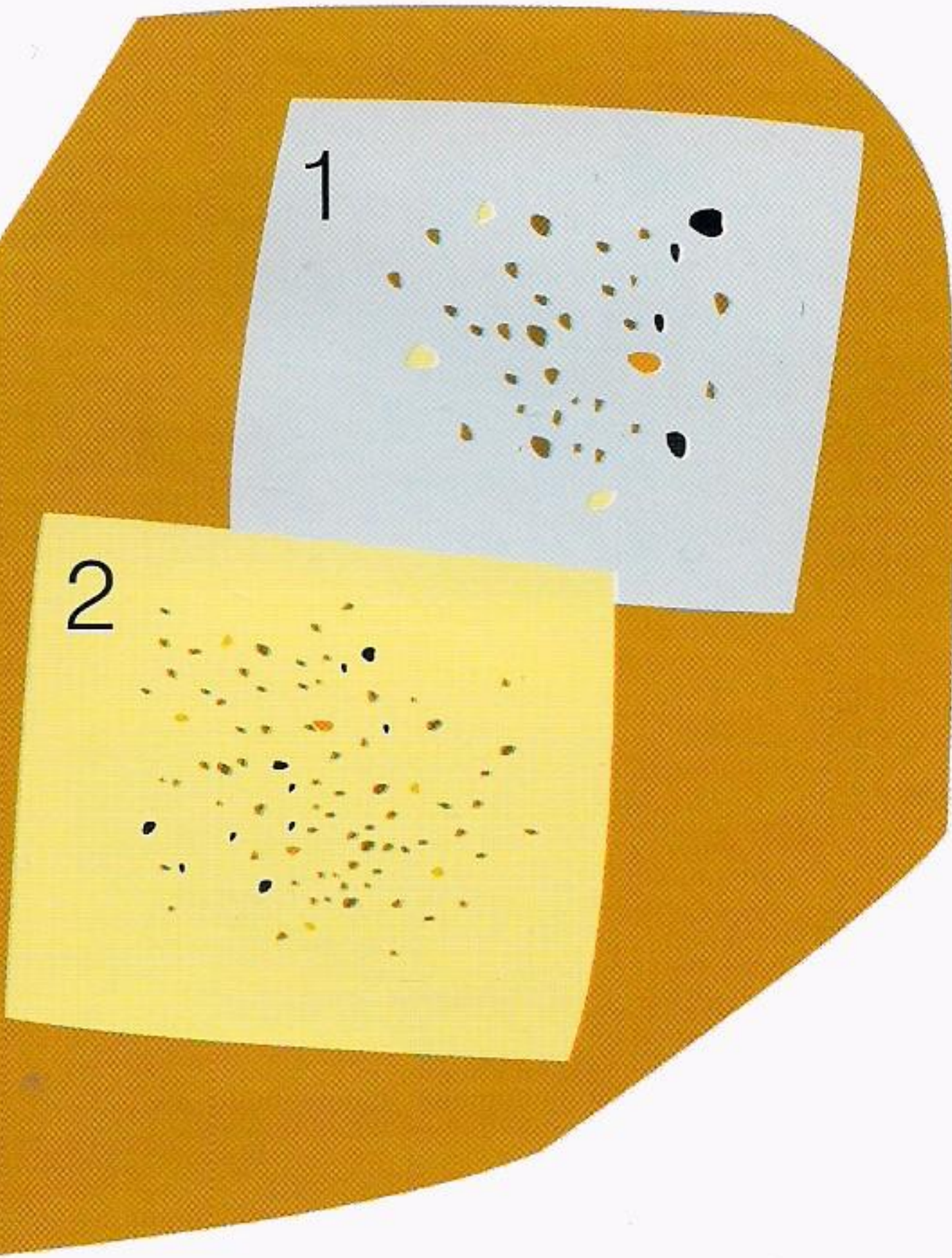
- مصفاة
- منخل
- أربع أوراق كبيرة
- سماد خليط معقم
- عدسة مكبرة

3 أنشُرْ بِأناةٍ قليلاً من كلِّ كومةٍ على الأوراقِ . أنظُرْ بتدقيقٍ عبر عدسةٍ مكبرةٍ لتقارنَ بين أحجامِ جُسيماتِ الكُومِ المُخْتَلِفَةِ .



1 رَقِّمِ الأوراقَ 1، 2، 3، 4 . ضَعُ في المِصفاةِ قليلاً من السِّمادِ الخليطِ . إمسِكِ المِصفاةَ فوقِ الورقةِ 2 وهزِّها برفقٍ . عندما تتوقَّفُ التُّرْبَةُ عن المرورِ في الثُّقُوبِ ، اقلبِ ما يَبقى في المِصفاةِ على الورقةِ 1 .

2 خُذْ قليلاً من الجُسيماتِ مِنَ الورقةِ 2 وضَعْها في المُنخَلِ . هزِّ المُنخَلَ فوقِ الورقةِ 4 إلى أن تتوقَّفَ الجُسيماتُ عن المرورِ عبرِ ثُقُوبِهِ . اقلبِ ما بَقِيَ فيه على الورقةِ 3 .





نظرة إلى الماضي

إعداد الألوان

الدهان ملون لأنه يحتوي على جسيمات ملونة دقيقة نسميها خضابًا أو صبغًا. هذه الجسيمات معلقة في سائل نسميه رابطًا وهو يصلب عند تعرضه للهواء. كان الفنانون القدامى يسحقون معادن ملونة أو مواد كيميائية لتكون خضابًا أو صبغًا. وكانوا يستخدمون كرايط يُثبت اللون، بياض البيض أو الزيوت اللزجة المصنوعة من نسغ الشجر المغلي.



مزيج فريد

الدم هو محلول ومزيج معلق في إن معًا. يجري في أنحاء الجسم في أوعية دموية نسميها أوردة أو شرايين. خلايا دم حمراء وبيضاء جامدة تكون معلقة في سائل صافٍ نسميه البلازما أو مصل الدم. وهذا السائل هو محلول من مئات المواد المختلفة ذائبة في ماء.

اللوازم

5

- ♦ كوب طويل بلاستيكي
- ♦ شفاف من الماء
- ♦ حليب
- ♦ ملعقة صغيرة

تفحص الحليب (اللبن)

هل الحليب محلول أو مزيج معلق؟ تبيّن ذلك بإضافة قطرة أو قطرتين من الحليب إلى كوب من الماء. لاحظ كيف يسقط الحليب في الماء.

هل الحليب مادة مفردة أو هو مزيج؟



ماذا حدث؟

لا ترى خلال الحليب بوضوح، حتى إذا أنت أضفت إليه ماء. يتألف الحليب من قطيرات من الدهن معلقة في ماء. الدهن غير قابل للذوبان في الماء والقطيرات هي من الصغرى بحيث لا تترسب. يُسمي العلماء هذا النوع من المزيج مستحلبًا. هذا الاسم يُعطى أيضًا لمستحلب الدهان، الذي يتشكل من قطيرات مجهرية من زيت ملون معلقة في ماء.

مَحَالِيلٌ وَمُعَلَّقَاتٌ

إنَّ موادَّ مثلَ الملحِ والسُّكَّرِ تَنَحَلُّ في المَاءِ . فنَقولُ إنَّها موادُّ ذَوَابَّةٌ أو قابِلَةٌ لِلذَّوْبَانِ . عندما تَمزُجُ الموادَّ الذَّوَابَّةَ مع المَاءِ فإنَّها تَخْتفي بِبطءٍ إذ تَنَحَلُّ مُشكَّلَةً مَحلولًا . أمَّا الموادُّ مثلُ الطَّباشيرِ والرَّمْلِ فإنَّها لا تَنَحَلُّ في المَاءِ . فنَقولُ إنَّها موادُّ غيرُ ذَوَابَّةٍ ، أو غيرُ قابِلَةٍ لِلذَّوْبَانِ . إنَّ هَزَّ مادَّةٍ غيرِ ذَوَابَّةٍ في المَاءِ يُبعثِرُ الجُسيماتِ خلالَ المَاءِ ويُشكِّلُ مزيجًا نُسَمِيهِ مزيجًا مُعَلَّقًا .

مَحلولٌ أو مُعَلَّقٌ؟

أَضِفْ إلى قَنانٍ مِنَ المَاءِ جوامِدَ مُختلِفَةً لَتَرى أيُّها يَذوبُ مُشكَّلًا مَحلولًا وأيُّها يَتبعَثِرُ مُشكَّلًا مزيجًا مُعَلَّقًا .



اللُّوازم

25

- ◆ أربعُ قَنانٍ پلاستيكيَّة ذاتِ أَغْطِيَّة
- ◆ ماء
- ◆ مِلْعَقَةٌ صَغِيرَةٌ
- ◆ قِمْعٌ پلاستيكيٌّ
- ◆ سُكَّرٌ ، رَمْلٌ ناعِمٌ ، حُبِّيَّاتٌ قَهْوَةٌ سَريِعة التَّحْضِيرِ ، طَحِينٌ

1 ضَع مِلْعَقَةً واحِدَةً مِنَ السُّكَّرِ في إِحدى القَنانِي .

إِسْتخدِمِ قِمْعًا پلاستيكيًّا لِإِنزالِ بِلُوراتِ السُّكَّرِ في القَنِينَةِ . أَضِفِ السُّكَّرَ بِبطءٍ بِحَيْثُ لا يَسُدُّ عُنُقَ القِمْعِ .



3 أَنْظِرْ بِتَدقيقٍ إلى كُلِّ مِنَ القَنانِي لَتَرى إذا كُنْتَ لا تَزالُ تَرى جُسيماتٍ جامِدَةً . قَرِّرْ أَيَّ الجوامِدِ يُشكِّلُ مَحلولًا وأيُّها يُشكِّلُ مزيجًا مُعَلَّقًا .

2 كَرِّرِ الخُطوةَ 1 ، واضِيعًا كَلًّا مِنَ الجوامِدِ الأُخْرى في قَنِينَةٍ خاصَّةٍ بِهِ . الآنِ امْلَأْ كَلًّا مِنَ القَنانِي إلى نَصفِها بِالماءِ وَضَعْ عَلَيْها غِطاءَها . هَزِّ كُلَّ قَنِينَةٍ عَشْرَ مَرَّاتٍ .

كَلًّا مِنَ الجوامِدِ الأُخْرى في قَنِينَةٍ خاصَّةٍ بِهِ . الآنِ امْلَأْ كَلًّا مِنَ القَنانِي إلى نَصفِها بِالماءِ وَضَعْ عَلَيْها غِطاءَها . هَزِّ كُلَّ قَنِينَةٍ عَشْرَ مَرَّاتٍ .



ماذا حَدَثَ؟

حُبِّيَّاتُ السُّكَّرِ والقَهْوَةُ انْحَلَّتْ في المَاءِ لِتُشكِّلَ مَحلولًا . المَحَالِيلُ كُلُّها شَفاةٌ وَيُمكِنُكَ أن تَرى خِلالَها ما وِراءَها من أَشياءٍ . مَحلولٌ السُّكَّرِ لا لَوْنٌ لَهُ وَمَحلولُ القَهْوَةِ بُنِّي اللَّوْنِ . الرَّمْلُ والطَّحِينُ لا يَنحَلانِ . وَيَنبُجُ عَنِ هَزِّهِما مع المَاءِ مزيجٌ مُعَلَّقٌ . سُرْعانَ ما تَترسَّبُ في القاعِ حُبِّيَّاتٌ كَبيِرةٌ . كما أَنَّ المزيجَ المُعَلَّقَ لا يَسهُلُ أن تَرى الأَشياءَ خِلالَهُ .

نظرة إلى الماضي

ترشيح الجراثيم

في نحو العام 1880، اكتشف الأطباء أن العديد من الأمراض تسبب بها الجراثيم. وقد صنعوا الجراثيم إلى فئتين - قابلة للتشريح وغير قابلة للتشريح. الجراثيم القابلة للتشريح، ونسبها بكتيريا، تسبب أمراضاً مثل التسمم بالطعام. حجم هذه من الكبر بحيث يسمح باحتباسها بمُرشح. أما الجراثيم غير القابلة للتشريح فهي أصغر بكثير وتمر عبر المرشح. وهذه نسميها فيروسات وهي تسبب بأمراض مثل جدري الماء والإنفلونزا.



التشريح عبر الرمل

قصر القنينة نصفين. إقلب النصف الأعلى وضعه في النصف السفلي ليكون قمعاً. املاً القنينة بالقطن والحصى من حجمين مختلفين والرمل. صب السماد ممزوجاً بالماء في القنينة ولاحظ تقطره عبر المرشح الذي صنعه. ما لون القطرات؟ ما سرعة مرور الماء عبر المرشح؟

15

اللوازم

- ◆ قنينة شرب بلاستيكية سعة 500 مل
- ◆ مقص
- ◆ قطن
- ◆ رمل وحصى
- ◆ سماد أصص
- ◆ ماء

كيف تجعل المرشحات الماء الذي يصلنا عبر صنوبر الماء نظيفاً؟



ماذا حدث؟

الحصى والرمل وألياف القطن عملت عمل مرشح. فهي تمنع الجوامد التي يحملها الماء من التشريح. الجوامد نسميها فضلات والماء الذي يمر عبر المرشح نسميه رشحاً أو رشحاً. ماء الصنوبر الذي نشربه يأتي في الغالب من الأنهار والبحيرات. وهو يمر عبر مرشحات رملية كبيرة تصفي الماء وتجعله نظيفاً. وتضاف مواد كيميائية لقتل الجراثيم.



تغذية عبر مرشح

الحوث الأحدث يتغذى بالتشريح. ففي فمه مئات الصفائح الرقيقة التي تغطي أطرافها الداخلية ألياف أشبه بفرشاة تعمل على ترشيح واحتباس جسيمات الغذاء وتخليصها من الماء. في كل مرة يغرف الحوث إلى فمه نحو 4000 لتر من الماء، يرشح منها نحو 20 كغ من جسيمات الغذاء الدقيقة.

ترشيح المزيج

الماء العكِرُّ هو مثالٌ على المزيجِ المُعلَّقِ . يحتوي على جُسيماتٍ جامدةٍ دقيقةٍ مُبعثرةٍ خلال السائلِ . لفصلِ الجُسيماتِ عن المزيجِ المُعلَّقِ ، يُمكنُ استخدامُ مُرشِّحٍ أو فِلتَرٍ . المُرشِّحاتُ تعملُ عمَلٌ مُنخَلٍ ، لكنَّ لها ثُقوبًا مِجهرِيَّةً نُسمِّيها مَسامٌ ، وتكونُ عادةً مصنوعةً من وَرَقٍ سميكٍ مُنتفِشٍ . يَمُرُّ الجزءُ السائلُ من المزيجِ المُعلَّقِ عبرِ الثُقوبِ بين أليافِ الورقِ ، بينما تُحتبَسُ الجُسيماتُ الجامدةُ .

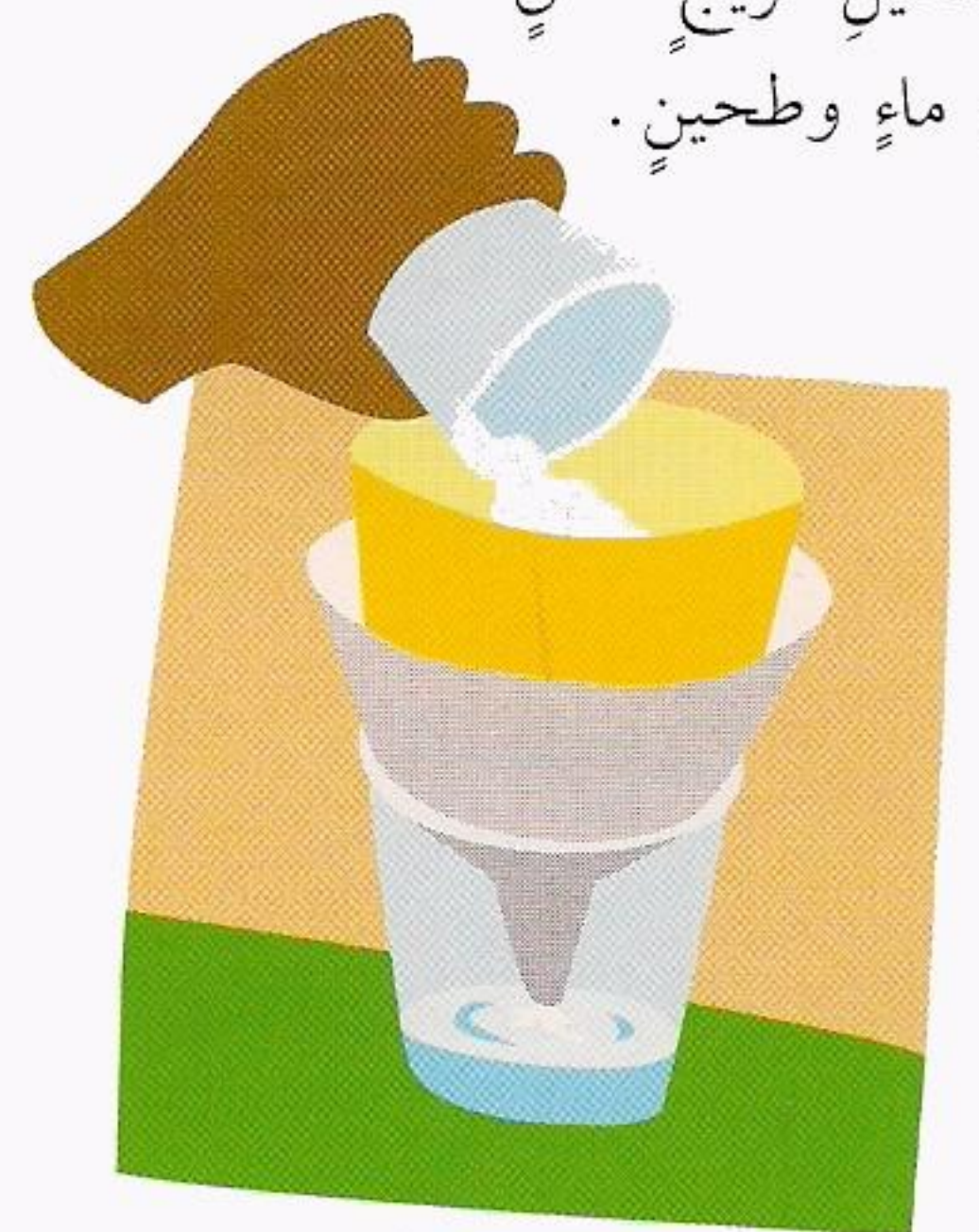


ترشيح الطحين

مَزْجُ الطَّحينِ بالماءِ يَنْتِجُ عنه مِزْجٌ مُعلَّقٌ ضَبابِيٌّ . يُمكنُ أن نُعيدَ الماءَ إلى صَفائِهِ بواسطةِ وَرَقَةٍ مُرشِّحِ قَهْوَةٍ .



1 أَضِفْ نِصْفَ مِلْعَقَةٍ صَغِيرَةٍ مِنَ الطَّحِينِ إِلَى أَحَدِ الْأَكْوَابِ . اِمْلَأِ الْكُوبَ بِمَاءٍ وَحَرِّكِ الْمِزْجَ لِتَشْكِيلِ مِزْجٍ مُعلَّقٍ مِنْ مَاءٍ وَطَحِينٍ .



2 ضَعِ الْقَمْعَ دَاخِلَ كُوبٍ فَارِغٍ وَضَعِ وَرَقَةَ مُرشِّحٍ دَاخِلَ الْقَمْعِ . صُبَّ فِي الْمُرْشِّحِ نُلْثِي مِزْجِ الطَّحِينِ وَالْمَاءِ .

20 اللوازم

- ◆ قَمْعٌ مُرشِّحِ قَهْوَةٍ
- ◆ وَرَقَةٌ مُرشِّحِ قَهْوَةٍ
- ◆ طَحِينٌ
- ◆ ثَلَاثَةُ أَكْوَابٍ پِلَاسْتِيكِيَّةٍ شَفَافَةٍ
- ◆ مِلْعَقَةٌ صَغِيرَةٌ

أي كواب
يحتوي على
السائل الأكثر
صفاءً؟



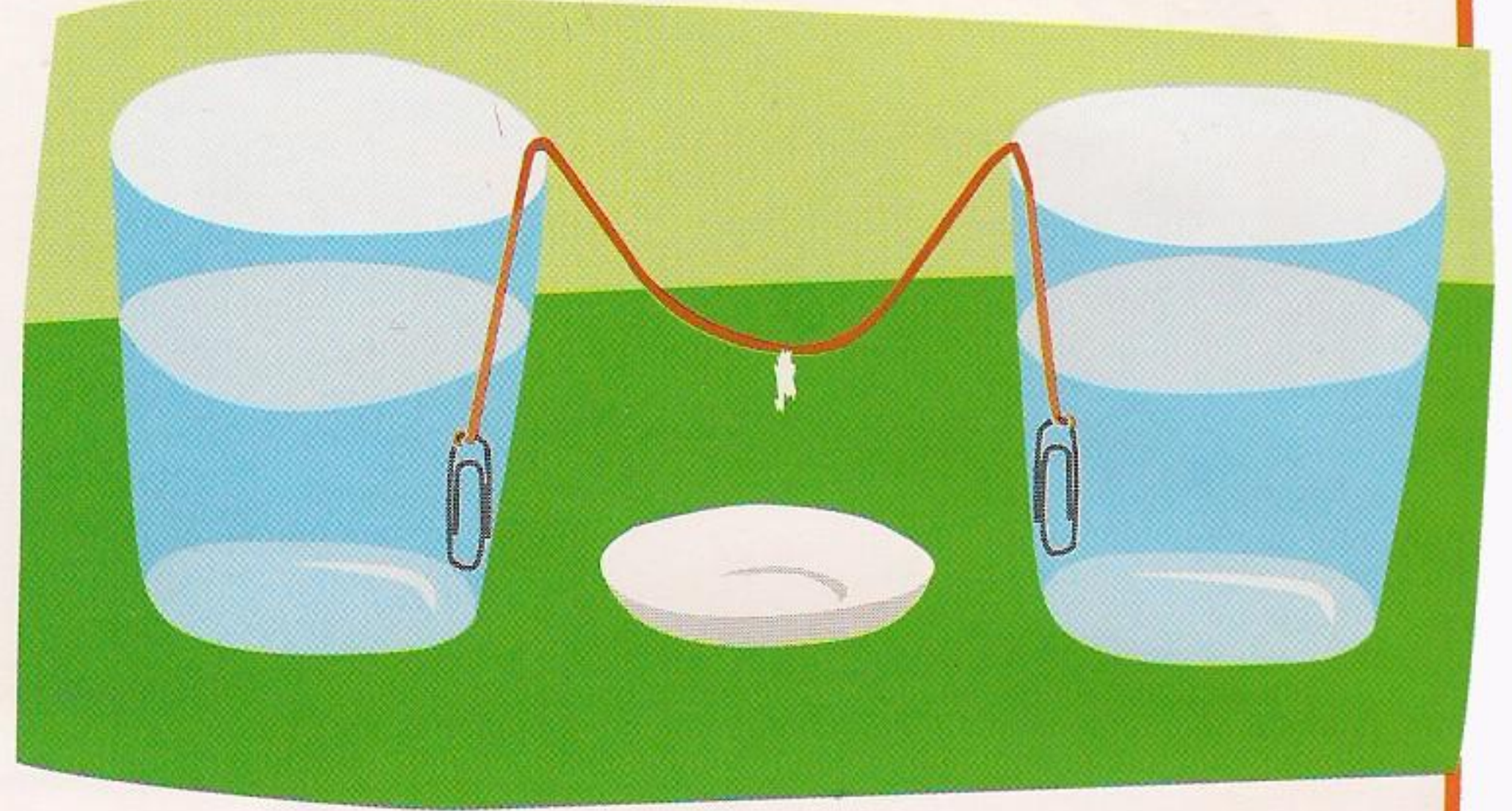
ماذا حدث؟

يَجْرِي السَّائِلُ عِبرَ الْمُرْشِّحِ فِي الْبَدَايَةِ بِسُرْعَةٍ . تُحْتَبَسُ مُعْظَمُ الْجُسيماتِ الْجَامِدَةِ ، لكنَّ بَعْضَ الْجُسيماتِ الدَّقِيقَةِ تَمُرُّ خِلالَ الْمُرْشِّحِ . نَتِيجَةً لِذَلِكَ ، يَكُونُ السَّائِلُ الْمُرْشِّحُ فِي الْكُوبِ الْأَوَّلِ أَعْبَسَ قَلِيلًا . ثُمَّ يَنْبَاطُ مَرورُ السَّائِلِ إِذ تَسَدُّ مَسامُ الْمُرْشِّحِ . الْآنَ حَتَّى الْجُسيماتِ الدَّقِيقَةُ لَا تَمُرُّ ، لِذَا يَكُونُ السَّائِلُ الْمُرْشِّحُ فِي الْكُوبِ الثَّالِثِ صَافِيًا إِلَى حَدِّ بَعِيدٍ .

3 عِنْدَمَا يَمْتَلِئُ الْكُوبُ إِلَى ثَلَاثَةِ أَرْبَاعِهِ ، انْقُلِ الْقَمْعَ وَالْمُرْشِّحَ إِلَى الْكُوبِ الثَّالِثِ الْأَخِيرِ . انظُرْ إِلَى دَاخِلِ وَرَقَةِ الْمُرْشِّحِ بَعْدَ أَنْ يَكُونِ السَّائِلُ كُلُّهُ قَدْ تَرَشَّحَ . الْآنَ انظُرْ إِلَى السَّائِلِ فِي كُلِّ مِنَ الْأَكْوَابِ وَلا حِظِّ الْفَرْقِ .

هوابط على خيط دوبارة

إملاً كلاً من المرطبانين إلى ثلاثة أرباعه بماءٍ ساخنٍ، ثمَّ ضَع فيه سُكَّرًا مع التَّحريكِ إلى الحدِّ الذي لا يعودُ معه السُّكَّرُ يذوبُ. ثَبَّتْ مِشْبَكَ وَرَقٍ إلى كلِّ من طَرَفَيْ خِيطِ الصُّوفِ. أَنْزَلْ كلاً من طَرَفَيْ الخِيطِ في مَرطَبانٍ بحيثِ يَتَدَلَّى الخِيطُ بين المَرطَبانينِ. ضَع طبَّقا صغِيرًا بين المَرطَبانينِ واتركهُما في مَوْضِعٍ دافئٍ. تَفَقَّدِ الخِيطَ يومياً لمدَّةِ أسبوعٍ تقريباً.



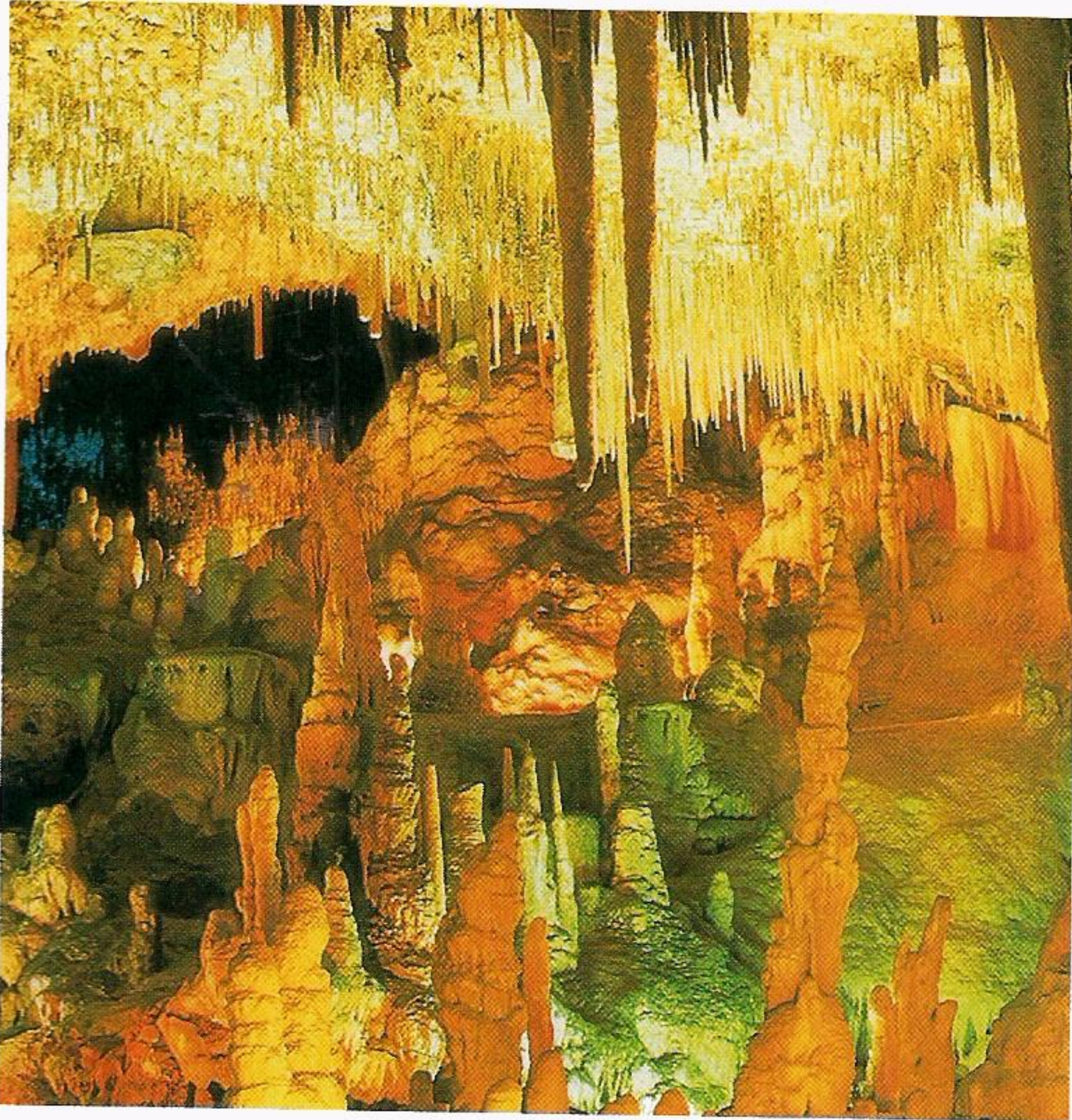
اللوازم

15

- ♦ خيط من الصوف
- ♦ مشبكاً ورق
- ♦ ماء ساخن تحتلمه اليد
- ♦ طبق
- ♦ ملعقة
- ♦ مرطبانان (برطمانان)
- ♦ سكر

ماذا حدث؟

المحلول في كلا المرطبانين مُشبع - أي أنه امتلأ بالسُّكَّر ولم يعد يُذيبُ المزيد. السائلُ يتسرَّبُ عبر الخِيطِ ويتجمَّعُ عند أخفض نقطةٍ في الخِيطِ أي بين المرطبانين. هنا يتبخَّرُ الماء، ويتخلَّفُ الجامدُ. فتتشكَّلُ بلوراتُ سُكَّرٍ وتكبرُ إذ يمتصُّ الخِيطُ المزيدَ من محلولِ المرطبانين.



هوابط وصواعد

كثيراً ما يتقطَّرُ ماءُ المَطَرِ عبر شقوقِ الأرضِ، فيحُلُّ في تقطُّره الصُّخُورَ الكِلْسِيَّةَ. إذ يتقطَّرُ الماءُ من سَقْفِ كَهْفٍ، فإنه يتبخَّرُ تاركاً ترسباتٍ جامدةً من الحجرِ الكِلْسِيِّ مُعلَّقةً من السَّقْفِ. وعلى مدى أُلوفِ السِّنِينَ، تَمَتَّدُ هذه الترسباتُ نزولاً لتُصبحَ ما نُسَمِّيهِ هوابط. وحيث يحطُّ التَّقَطُّرُ على أرضِ الكَهْفِ، تتشكَّلُ ترسباتُ ترتفعُ مع الزَّمَنِ إلى ما نُسَمِّيهِ صواعد.

نظرة إلى الماضي

ملح البحر

يحتوي البحرُ على موادَّ عديدةٍ مَحْلُولَةٍ فيه، وخصوصاً ملحَ الطَّعامِ. ظلَّ النَّاسُ أُلوفَ السِّنِينَ يَستخدِمونَ حرارةَ الشَّمْسِ لِاستخراجِ الملحِ من مياهِ البحرِ في عَمَلِيَّةٍ تَبخُّرٍ طَبِيعِيَّةٍ. ومن الطَّرِيفِ أنَّ جنودَ الرُّومانِ كانوا يَتَلَقَّونَ كَجُزءٍ من رِوَايَتِهِمْ كَمِيَّةً من الملحِ.

مَحَالِيلُ تَتَبَخَّرُ

بإمكانك أن تُعِدَّ مَحْلُولًا بَأَن تُذِيبَ فِي المَاءِ جَامِدًا مِثْلَ المَلْحِ. يَبْدُو المَحْلُولُ وَكَأَنَّهُ مَاءٌ نَقِيٌّ لِأَنَّ الجَامِدَ قَدْ تَفَكَّكَ إِلَى جُسَيْمَاتٍ دَقِيقَةٍ لَا تُرَى. لَكِي تَجْعَلَ الجَامِدَ يَعودُ إِلَى الظُّهُورِ، بِإمكانِكَ أَن تُبَخِّرَ المَحْلُولَ، أَي أَن تُحوِّلَهُ إِلَى غَازٍ. إِذِ يَخْتَفِي السَّائِلُ، يَعودُ الجَامِدُ فيظَهَرُ لِأَنَّهُ لَمْ يَعدْ هُنَاكَ سَائِلٌ يَنحَلُّ فِيهِ.

مَحْلُولُ المَلْحِ المُتَبَخَّرُ



يَبْدُو المَلْحُ الجَامِدُ عِنْدَمَا يَنحَلُّ فِي المَاءِ وَكَأَنَّهُ يَخْتَفِي. بِإمكانِكَ أَن تَجْعَلَ المَاءَ يَتَبَخَّرُ لِيَعودُ المَلْحُ فيظَهَرُ.



اللَّوْازِمُ

- ♦ مَلْحٌ
- ♦ مَاءٌ دَافِئٌ
- ♦ طَبَقٌ صَغِيرٌ
- ♦ كَوْبٌ پِلَاسْتِيكٌ شَفَافٌ
- ♦ مِلْعَقَةٌ صَغِيرَةٌ

20

مَا الَّذِي
يَجْعَلُ المَاءَ
يَتَبَخَّرُ؟



3 تَفَقَّدِ الطَّبَقَ مَرَّتَيْنِ فِي اليَوْمِ وَلِمَدَّةِ يَوْمَيْنِ أَوْ ثَلَاثَةٍ. مَاذَا يَتَشَكَّلُ عَلَى الطَّبَقِ إِذِ يَبْدَأُ المَاءُ بِالِاخْتِفَاءِ تَدْرِيجِيًّا؟

مَاذَا حَدَثَ؟

الحرارة تَتَسَبَّبُ بِتَبَخُّرِ المَاءِ - فَيَتَحَوَّلُ إِلَى غَازٍ غَيْرِ مَرْتِيٍّ نُسَمِّيهِ بَخَارَ مَاءٍ، يَنْتَشِرُ فِي الهَوَاءِ. إِذِ يَتَبَخَّرُ السَّائِلُ مِنَ المَحْلُولِ تَدْرِيجِيًّا فِي الهَوَاءِ، يَتَبَقَى المَلْحُ الَّذِي كَانَ مُنحَلًّا فِيهِ. بَعْدَ أَن يَذُوبَ المَاءُ كُلُّهُ، سَتَرَى طَبَقَةً قَشْرِيَّةً مِنَ المَلْحِ الجَامِدِ قَدْ تَخَلَّفَتْ فِي الطَّبَقِ.

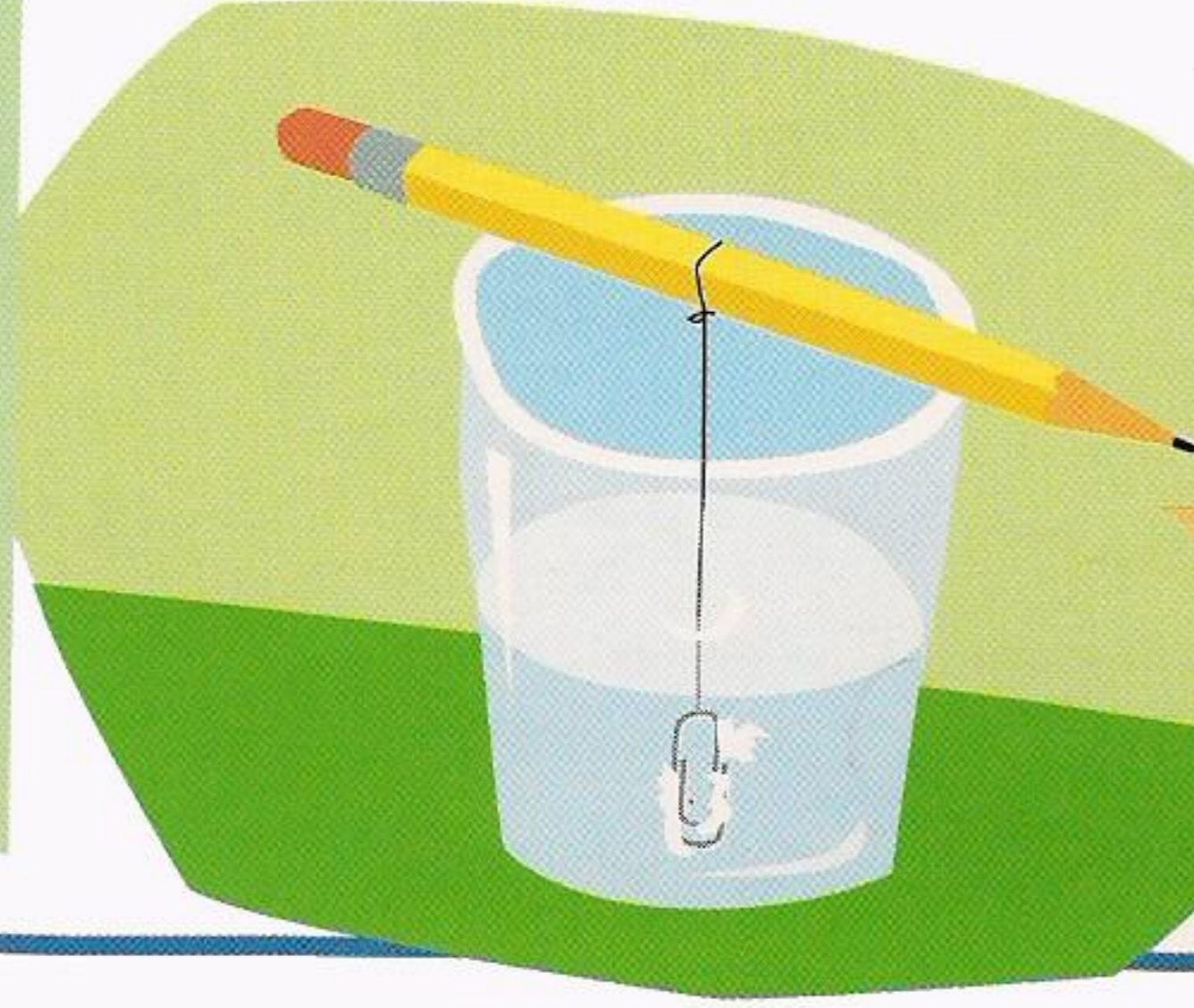
2 صَبَّ مَحْلُولَ المَلْحِ فِي طَبَقٍ صَغِيرٍ بَحِيثٍ تَتَشَكَّلُ بُرَيْكَةٌ قَلِيلَةٌ العُمُقِ، ثُمَّ ضَعِ الطَّبَقَ عَلَى نَافِذَةٍ مُشْمِسَةٍ أَوْ فِي مَكَانٍ آخَرَ دَافِئٍ مُهَوَّى.

1 صَبَّ فِي الكَوْبِ مَاءً دَافِئًا إِلَى أَن يَمْتَلِئَ إِلَى ثُلَاثِهِ. أَضِفْ مِلْعَقَةً مَلْحٍ وَحَرِّكْ إِلَى أَن يَذُوبَ المَلْحُ كُلُّهُ.

- ♦ سكر أو صودا الغسيل
- ♦ كوبان بلاستيكيان صافيان
- ♦ قلم
- ♦ خيط قطني
- ♦ مشبك ورق

بلورات تنمو

إملاً كوباً إلى نصفه بالماء. أنزل فيه سكرًا مع التحريك إلى أن يمتنع السكر عن الانحلال، ثم صب المحلول في كوب آخر، تاركًا أي سكر لم ينحل في الكوب الأول. استخدم القلم وخيط القطن لتعليق مشبك الورق وتغطيسه في المحلول، كما ترى. تفقّد مشبك الورق يوميًا لمدة أسبوعٍ وانظر ما يحدث.



أين نمت
معظم
البلورات؟

ماذا حدث؟

يتبخر الماء ببطء وتظهر بلورات عندما لا يتبقى من الماء ما يكفي لحلّ الجامد كله. تنمو البلورات على المواضع غير الناعمة، لذا تراها تتشكل أولاً على حواف مشبك الورق. يختفي ماء الكوب ببطء لأن سطح التبخر محدود. هذا التبخر البطيء يساعد على نمو بلورات كبيرة.

فقاقيع فوّارة

ضع قنينة مشروب فوّار في الثلاجة وضع الأخرى في دلو ماء دافئ. بعد نصف ساعة، افتح القنيتين (فوق المغسلة!). ماذا ترى؟

اللوازم

5

- ♦ قنينتا مشروب فوّار صغيرتان
- ♦ ثلاجة
- ♦ دلو ماء دافئ



أي مشروب -
الدافئ أو البارد -
يزيد أكثر؟

ماذا حدث؟

تتشكل المشروبات الفوّارة من غاز ثاني أكسيد الكربون محلولاً في ماء منكه. سترى من هذا الغاز يزيد خارجاً من المشروب الدافئ أكثر ممّا ترى منه خارجاً من المشروب البارد. ذلك لأنه ينحلّ من الغاز في السوائل الباردة كمّيّة أكبر ممّا ينحلّ في السوائل الدافئة. وإذا فتحت القنينة، يتحررّ الضغط الداخلي، ممّا يسمح لفقاقيع الغاز بالتفكك من المحلول.

بذور سكرية

يُصنع السكر من عصارة قصب السكر والشمندر (البنجر) السكري. يُضاف إلى خزان ضخم من محلول سكري مُفرط التشبع مئة غرام من البذور السكرية الدقيقة، أي من بلورات بدء التبلور. وتستغرق كل بلورة ساعتين فقط لتنمو ويتشكل في الخزان 20 طنًا من بلورات السكر الجامدة.



مَحَالِيلُ مُشَبَّعَةٌ



ما مقدارُ السُّكَّرِ الذي تَسْتَطِيعُ تَذْوِيبَهُ في كُوبٍ مِنَ الشَّاي؟ الجوابُ هو نحو 20 مِلْعَقَةً. إذا زِدْتَ عن ذلك، سَيَتَرَسَّبُ السُّكَّرُ في قَاعِ الكُوبِ من دونِ أن يذوبَ. عندما يَتَوَقَّفُ المَحْلُولُ عن تَذْوِيبِ المَزِيدِ، نَقُولُ إِنَّه مَحْلُولٌ مُشَبَّعٌ. كَمِّيَّةُ الجَامِدِ التي تَجْعَلُ المَحْلُولَ مُشَبَّعًا تَخْتَلِفُ من مادَّةٍ إلى أُخْرَى.

كم المَطْلُوب من الجَامِدِ؟

قابليَّةُ الذَّوْبَانِ في مادَّةٍ، أو الذَّوْبَانِيَّةُ، تَعْنِي الكَمِّيَّةَ اللَّازِمَةَ من تلك المادَّةِ لَجْعَلِ المَحْلُولِ مُشَبَّعًا. للموادِّ المُخْتَلِفَةِ قابليَّةُ ذَوْبَانٍ مُخْتَلِفَةٌ.

ما المادَّةُ الأكثرُ ذَوْبَانِيَّةً؟

25

اللُّوازمُ

- ◆ بيكربونات الصُّودا
- ◆ ملح
- ◆ سُّكَّر
- ◆ سِتُّ مِلَاعِقَ صَغِيرَةٍ
- ◆ ثَلَاثَةُ أَكْوَابِ پِلَاسْتِيكِيَّةٍ صَافِيَةٍ
- ◆ ماء
- ◆ أَوْرَاقُ بَيَانِيَّةٍ لِاصْفَةِ وَقَلَمٍ

1 أَلْصِقْ على كُلِّ

كُوبٍ وَرَقَةً بَيَانِيَّةً وَاكْتُبْ عليها: «سُّكَّر» أو «ملح» إلخ. اِمْلَأِ الأَكْوَابَ إلى نِصْفِهَا بِالماءِ وَضَعْ في كُلِّ مِنْهَا مِلْعَقَةً صَغِيرَةً.



2 أَضِفْ مِلْعَقَةً سُّكَّرٍ

إلى الكُوبِ المُعَلَّمِ بِكَلِمَةِ «سُّكَّر». حَرِّكْ إلى أن يذوبَ السُّكَّرُ كُلُّهُ. كَرِّرْ هَذِهِ الخُطْوَةَ في الأَكْوَابِ الأُخْرَى مُسْتخْدِمًا بيكربونات الصُّودا والملح.



3 أَضِفِ المَزِيدَ مِنَ الجَامِدِ في كُلِّ كُوبٍ إلى أن يَتَوَقَّفَ عن الإِنْحِلَالِ. عُدَّ مِلَاعِقَ الجَامِدِ التي ذَابَتْ في كُلِّ كُوبٍ.



ماذا حَدَّثَ؟

يَحْتَوِي كُلُّ مِنَ الأَكْوَابِ على الكَمِّيَّةِ نَفْسِهَا مِنَ الماءِ لِضَمَانِ أن تَكُونَ التَّجْرِبَةُ صَحِيحَةً. يذوبُ مِنَ السُّكَّرِ كَمِّيَّةٌ أَكْبَرُ ممَّا يذوبُ مِنَ المِلْحِ، لِذا يُمَكِّنُكَ القَوْلُ إنَّ للسُّكَّرِ قابليَّةً أَعْلَى لِلذَّوْبَانِ من قابليَّةِ المِلْحِ. ويذوبُ من بيكربونات الصُّودا كَمِّيَّةٌ أَقْلُ ممَّا يذوبُ مِنَ السُّكَّرِ أو مِنَ المِلْحِ، لِذا يُمَكِّنُ القَوْلُ إنَّ بيكربونات الصُّودا هي الأَقْلُ ذَوْبَانِيَّةً بين هَذِهِ المَوادِّ الثَّلَاثِ.

غير قابل للذوبان مادة لا تنحل في سائل.

قابل للذوبان أو ذواب. مادة تنحل في سائل.

قابلية الذوبان أو الذوبانية. قياس كمية الجامد أو الغاز الذي يذوب في كمية معينة من السائل.

قصف وصف للجوامد التي تنقص بسرعة عند حنيها أو تتكسر عند ضربها. وقصف عكس متين.

قوة دفع أو جر. القوة تؤدي عملاً، أو تسرع الأشياء، أو تبطئها، أو تغير شكلها. القوى يمكن أيضاً أن تلغي بعضها بعضاً عندما تدفع أو تجر عكس بعضها البعض.

كبس، ضغط ضغط شيء بحيث يتضاءل حجمه ويشغل حيزاً أصغر. يسهل ضغط الغازات، ويكاد يكون مستحيلًا كبس السوائل أو الجوامد.

كتلة كمية المادة في الشيء. وحدة الكتلة هي الكيلوغرام (كغ). الكيلوغرام الواحد يساوي 1000 غرام (غ). وألف كيلوغرام يساوي طنًا.

كيمياوي عالم يدرس كيف ينتج عن التغيرات الدائمة مواد جديدة. الصيدلي الذي يحضر الأدوية هو كيمياوي.

مادة كل ما له كتلة ويشغل حيزًا.

مادة كيمياوية مادة مفردة خالصة. ملح الطعام مادة كيمياوية يسميها الكيمائيون كلوريد الصوديوم.

متين وصف للجوامد التي لا تنحني بسهولة ولا تتحطم عند ضربها.

محلول المزيج الناتج عن ذوبان مادة في سائل.

محلول مشبع محلول لا يحل المزيد من الجامد.

مرن، مطاط جامد يتغير شكله عند ضغطه أو مظه؛ ثم يعود إلى شكله الأصلي عند توقف الضغط أو المظ.

مزيج معلق مزيج يتشكل بهز جسيمات صغيرة غير قابلة للذوبان في سائل.

مواد الفولاذ والورق والجلد والحجارة والپلاستيك كلها مواد. تصنع الأشياء المختلفة من مواد مختلفة.

موصّل معدن يسمح بسرّيان الحرارة والكهرباء عبره بسهولة. المعادن مثل النحاس والألمنيوم موصلة جيدة للحرارة.

وزن قوة الجسم الناتجة عن شدّ الجاذبية لكتلته. لكيس من السكر كتلة 1 كغ على الأرض و 1 كغ على القمر. لكن وزنه على الأرض سبت مرّات وزنه على القمر لأنّ الجاذبية على الأرض أقوى سبت مرّات منها على القمر.

تعريفات

إحتراق لا يَتِمُّ احتراق من غير أكسجين .

إنحلال، ذوبان أن تذوب مادة عند امتزاجها بسائل فلا تعود مَرْتِيَّةً . يَنحَلُّ المَلْحُ في المَاءِ لِيُشَكِّلَا مَعًا مَحْلُولًا .

بُخار بِمَعْنَى غاز .

تَبَخَّرُ أن يَتَغَيَّرَ السَّائِلُ إلى بُخَارٍ أو غازٍ ، وَيَتِمُّ ذلك عادةً بالتَّسْخِينِ .

تَجَمُّدُ أن يَتَغَيَّرَ السَّائِلُ إلى جامدٍ ، وَيَتِمُّ ذلك عادةً بالتَّبريدِ .

تَجَمُّدٌ ، تَصَلُّبٌ أن يَتَحَوَّلَ السَّائِلُ إلى جامدٍ ، وَيَتِمُّ ذلك عادةً بالتَّبريدِ .

تَسْيِيلُ تَحْوِيلُ الغازِ إلى سائلٍ ، وَيَتِمُّ ذلك عادةً بتبريده .

تَغْيِيرٌ دَائِمٌ وَصْفٌ لِلتَّغْيِيرِ الَّذِي يَصْعَبُ العُودَةُ عَنْهُ .

تَغْيِيرٌ مَوْقَّتٌ وَصْفٌ لِلتَّغْيِيرِ يُمَكِّنُ عَكْسَهُ بِسَهُولَةٍ .

تَقَلُّصٌ أن يُصْبِحَ الشَّيْءُ أَصْغَرَ حَجْمًا . مُعْظَمُ الجَوَامِدِ وَكُلُّ السَّوَائِلِ وَالغَازَاتِ تَتَقَلَّصُ عِنْدَمَا تَسْقُطُ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا .

تَمَدُّدٌ أن يُصْبِحَ الشَّيْءُ أَكْبَرَ حَجْمًا . الجَوَامِدُ وَالسَّوَائِلُ وَالغَازَاتُ تَتَمَدَّدُ عِنْدَمَا تَتَعَرَّضُ لِلحَرَارَةِ .

حَجْمٌ قِيَاسٌ لِكَمِّيَّةِ الحَيِّزِ الَّذِي يَشغَلُهُ جِسْمٌ . وَحَدَّةُ الحِجْمِ هِيَ اللِّتْرُ (ل) . اللِّتْرُ الواحدُ يُساوي 1000 مِلِيلِترٍ (مِل) . نُسَمِّي المِلِيلِتراتِ أحيانًا سَنْتِيمِتراتٍ مُكعَّبَةً (سم³) .

حَرَارَةٌ شَكْلٌ مِنْ أَشْكَالِ الطَّاقَةِ . عِنْدَمَا تَسْرِي الحَرَارَةُ فِي شَيْءٍ ، تَتَزَايِدُ دَرَجَةُ حَرَارَتِهِ . وَتَتَنَاقَصُ دَرَجَةُ حَرَارَةِ الشَّيْءِ عِنْدَمَا تَسْرِي الحَرَارَةُ خَارِجَةً مِنْهُ .

خَامَاتٌ مَوادُّ طَبِيعِيَّةٌ تُسْتخدَمُ فِي صُنْعِ مُنتَجَاتٍ مُفِيدَةٍ . تُسْتخَرَجُ المَوادُّ الخَامُ مِنَ الأَرْضِ (مِثْلُ خَامَاتِ الحَدِيدِ ، وَالتَّقِطِ الخَامِ) ، وَمِنْ مِياهِ البَحْرِ (مِثْلُ البَرُومِ وَالْيُودِ لِلإسْتِخْدَامِ الطَّبِيبِيِّ) ، وَمِنْ الهَوَاءِ (مِثْلُ الأَكْسِجِينِ وَالتَّنْرُوجِينِ) .

دَرَجَةُ حَرَارَةٍ وَحَدَّةٌ نَقِيسُ بِهَا سُخُونَةُ الشَّيْءِ أو بُرُودَتُهُ . فِي مِقْيَاسِ سِلْسِيُوسٍ ، يَتَجَمَّدُ المَاءُ بِ 0° س وَيَغْلِي بِ 100° س .

ذُوبَانٌ أن يَتَغَيَّرَ الجَامِدُ إلى سَائِلٍ ، وَيَتِمُّ ذلك عادةً بِفِعْلِ الحَرَارَةِ .

رُشَاحَةٌ الجُزْءُ السَّائِلُ الَّذِي يَمُرُّ عِبرَ المُرْشَاحِ مِنْ مِزِيجٍ مُعَلَّقِي .

ضَغْطٌ قِيَاسٌ لِكَمِّيَّةِ القُوَّةِ الَّتِي تَضغُطُّ عَلى سَطْحِ جِسْمٍ . قَدَمُك تَضغُطُّ عَلى الأَرْضِ . ضَغْطُ الهَوَاءِ دَاخِلَ البَالُونِ يُبْقِيهِ مَنفُوخًا .

طَاقَةُ القُدْرَةِ عَلى إِحْدَاثِ شُغْلٍ . الحَرَارَةُ وَالكَهْرَبَاءُ شَكْلَانِ مِنْ أَشْكَالِ الطَّاقَةِ . تَحْتَوِي الوُقْدُ عَلى طَاقَةٍ تَتَحَرَّرُ عِنْدَ احْتِرَاقِهَا عَلى شَكْلِ حَرَارَةٍ .

طُولٌ قِيَاسُ المِساْفَةِ بَيْنَ نُقْطَتَيْنِ . وَحَدَّةُ القِيَاسِ هِيَ المِترُ (م) . المِترُ الواحدُ يُساوي 100 سَنْتِيمِترٍ (سَم) أو 1000 مِلِيمِترٍ (مَم) . وَالكِيلُومِترُ (كَم) يُساوي 1000 م .

عَازِلٌ مادَّةٌ لا تُمرَّرُ بِسَهُولَةٍ الحَرَارَةَ أو الكَهْرَبَاءَ . مُعْظَمُ السَّوَائِلِ وَالغَازَاتِ وَالجَوَامِدِ مِثْلَ الحَشَبِ وَالپِلاَسْتِيكِ مَوادُّ عَازِلَةٌ .

غَلْيَانٌ يَحْدُثُ عِنْدَمَا تَتَشَكَّلُ فِقاقيعٌ فِي سَائِلٍ يَتَعَرَّضُ لِلحَرَارَةِ . تَرْتَفِعُ الفِقاقيعُ إلى السَّطْحِ وَتَنفِجِرُ مُطْلَقَةً بُخَارًا . الغَلْيَانُ أَسْرَعُ طَرِيقِ التَّبَخُّرِ .

مَسْرَد (كَشَاف)

أ	حليب، لبن 31	احتراق 26
ب	خ	أشكال المادّة 22
	خام 7	أكسجين 26
ف	خشب 6، 7، 13، 17	ألياف 9، 29
فضلة 32	خيّط صوف 7	امتصاص 10
فولاذ 8، 9، 23	د	
ق	دُبّال 10، 11	بخار 22، 23، 27
قوّة 7، 8	درجة الحرارة 20، 21، 22، 23	پلاستيك 8، 9، 13
ك	دهان 31	بلّورات 16، 35
كتلة 8	ذ	پوليثلين 9
كهرباء 24، 25	ذوّاب، قابل للذوبان 30	بيض 21، 24، 31
ل	ذوبان 30	ت
لهب 26، 27	ر	تبخّر 23، 34
م	رُشاحة 33	تجمّد 14، 16، 22، 23
ماء 20، 22، 26، 30، 32، 33	رمل 10، 11، 30، 33	تذويب 20، 21، 22، 23
مادّة 4، 22	ز	تربة 10، 11، 28، 29
محاليل 16، 30، 34، 36، 37	زجاج 21	ترمومتر 19
محرّكات 19	س	تغيّر
مُرشّح 32، 33	سكّر 16، 20، 21، 30، 36	دائم 20، 22، 24، 26
مزيّج 16، 17، 28، 32	سوائل 14، 18، 22، 34	مؤقت 20، 22، 24
مزيّج مُعلّق 30، 32، 33	ش	تفاعل كيمائيّ 25
مسامّ 32	شمع 20، 26، 27	تقلّص 18
مُستحلّب 31	شوكولاتة 20، 24	تمدّد 18، 19
مطاط 6، 7	ص	توصيل 12، 13
مُطفئة حريق 24، 27	صلاية 6، 11	ث
معادن 6، 7، 13	ط	ثاني أكسيد الكربون 15، 24، 26
ملح 16، 21، 30، 34، 35، 36	طاقة 13	ج
مُنخل 28، 29، 32	طبّخ 17	جزئيّات 9
موادّ طبيعيّة 4	طين صلصاليّ 10، 11، 29	جُسيمات 10، 11، 15، 18، 19، 25
موادّ مصنوعة 4	غ	34، 29
ن	غازات 14، 18، 22، 26، 34، 37	جوامد 14، 18، 22، 28، 32، 34
نايلون 8، 9	غلي 20، 22	ح
نحاس 7، 9	غير قابل للذوبان 30	حجر، صخر 4، 6، 35
نُعومة 6		حجم 18
هـ		حرارة 12، 13، 17، 26
هواء 12، 13، 18، 26		
و		
وقود 26، 27		



www.arabcomics.net



العُاشِطَةُ لُوم

المَاةُ وَالْمَوَادُّ

أَكْثَرُ مِنْ 40 تَجْرِبَةً مُدْهِشَةً



اِكْتَشَفْ لِمَ تَتَمَدَّدُ مَوَادُّ وَتَنْقَصُفُ أُخْرَى!

تَبَيَّنْ كَيْفَ تَحْوَلُ الْهَوَاءُ إِلَى جَلِيدٍ!

تَعَرَّفْ كَيْفَ تُطْفِئُ شَمْعَةً مِنْ دُونَ أَنْ تَقْتَرِبَ مِنْهَا!

اِسْتَكْشِفِ الْعُلُومَ فِي تَجَارِبَ مَثِيرَةٍ عَظِيمَةِ الْفَائِدَةِ.

مَبَادِئُ الْعُلُومِ وَحَقَائِقُهَا تَتَكَشَّفُ بِكُلِّ حَيَوِيَّتِهَا

وَبَأَوْضَحِ صُورَةٍ مِنْ خِلَالِ مَوَادِّ مَأْلُوفَةٍ فِي الْحَيَاةِ الْيَوْمِيَّةِ.

لَمْ يَكُنِ الْعِلْمُ فِي يَوْمٍ مِنَ الْأَيَّامِ عَلَى هَذَا الْقَدْرِ مِنَ التَّشْوِيقِ.

• تَجَارِبُ تَنْتَقِلُ بِكَ خُطْوَةَ خُطْوَةٍ - سِوَاءِ الْقَدِيمَةِ مِنْهَا أَوْ الْجَدِيدَةِ.

• إِرْشَادَاتٌ وَاضِحَةٌ وَرُسُومٌ بَدِيعَةٌ.

• تَعْرِيفَاتٌ وَمَسْرَدٌ

• مِثَالِي لَطَّلَابِ الْمَدَارِسِ الْإِبْتِدَائِيَّةِ وَالْمُتَوَسِّطَةِ، وَلِكُلِّ عَالِمٍ صَغِيرٍ

يَتَفَتَّحُ عَلَى الْعِلْمِ وَيَحْلُمُ أَنْ يَصِيرَ عَالِمًا كَبِيرًا.

فِي هَذِهِ السَّلْسِلَةِ

الْقُوَى وَالْحَرَكَةَ

الْكَهْرَبَاءَ وَالْمِغْنَطِيسِيَّةَ

الْمَادَّةَ وَالْمَوَادِّ

الصَّوْتِ وَالضَّوْءِ

مَكْتَبَةُ لِبْنَاتِ نَاشِرُونَ

رَاجِعْ كِتَالُوغْنَا عَلَى: www.ldlp.com

لِلْمَزِيدِ انْحَضْ لَصَفْحَتِنَا (الْمَدْرَسُ بُوَكْ)

أَوْ مَوْقِعِنَا www.modrsbook.com



ISBN 9953-1-0515-4



9 789953 105154

MATTER AND MATERIALS
(ARABIC BUTTERFLY BOOKS)